N° 9 15 MAI 1935

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : Louis OLIVIER (1890-1910) — DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS (1910-1923)

DIRECTEUR : Louis MANGIN, Membre de l'Institut, Directeur honoraire du Muséum national d'Histoire naturelle

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. le Docteur Gaston DOIN, 8, place de l'Odéon, Paris.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Enseignement.

De la nécessité de développer les études scientifiques.

Sous ce titre, M. Milon, président de la *Société Française des Electriciens,* a fait récemment une intéressante conférence [1] que nous résumons ci-après et dont l'idée directrice est la suivante : Il importe d'éviter que la crise actuelle n'entrave le développement des études scientifiques.

On attribue communément cette crise, du moins en grande partie, au développement du machinisme et aux progrès trop rapides des diverses applications de la science.

On signale d'autre part l'encombrement croissant des carrières auxquelles conduisent les études supérieures en général et scientifiques en particulier.

Ces opinions contiennent une part de vérité, mais le besoin d'une réaction contre certains excès d'avant la crise ne doit pas entraîner trop loin ni provoquer des mesures qui mettraient notre pays en fâcheuse posture devant la concurrence étrangère.

On ne saurait d'ailleurs attribuer aux techniciens et aux savants la responsabilité de la surproduction actuelle; ce serait, en effet, leur supposer, dans des domaines purement économiques et financiers, un pouvoir de décision qui est rarement le leur.

De même en imputant aux progrès de la science l'accroissement du chômage, on peut aussi commettre de graves erreurs. Si, par exemple, les procédés de construction étaient restés les mêmes qu'il y a 40 ans, l'automobile ne serait encore qu'un luxe à la portée d'une faible minorité et il y aurait beaucoup moins d'ouvriers employés dans les multiples industries qu'elle fait vivre.

En outre, diverses industries nouvelles : cinéma, radio-diffusion, etc., ont pris naissance et ont provoqué d'importantes demandes de main-d'œuvre. M. Milon se dit convaincu que la société actuelle a besoin de plus d'ingénieurs et de savants qu'on ne le croit et qu'on ne le dit communément.

Tout d'abord, la meilleure et la seule façon pour l'industrie et le commerce français de sortir de la crise est de l'emporter dans le domaine de la *qualité.*

La notion de qualité se précise chaque jour davantage; des données numériques s'introduisent dans des cahiers des charges de plus en plus complets; les méthodes et les organismes de réception se répandent et se perfectionnent. La clientèle qui, pour un grand nombre de produits, n'avait autrefois comme garantie que la réputation d'une marque ou le renom d'une maison, se sent aujourd'hui mieux protégée par ces cahiers des charges et ces méthodes de réception, et elle fait jouer la concurrence plus hardiment.

Un matériel, même simple, même s'il paraît avoir atteint son état définitif, reste pour ainsi dire indéfiniment perfectible; aussi tout arrêt, tout ralentissement dans les études d'amélioration d'une industrie soumise à la concurrence ferait-il courir à cette industrie un risque mortel.

Or la concurrence industrielle ne fait que s'ag-

1. *Bulletin de la Société française des Electriciens,* n° de mars 1935.

graver, en raison des progrès des moyens de transport et de l'équipement de pays nouveaux. Loin d'atténuer son âpreté, la crise mondiale a contribué aussi à l'aviver.

Mais la lutte ne doit pas être entreprise avec des forces dispersées. La recherche de la qualité, au sens précis et industriel du mot, ne peut guère se concevoir économiquement que grâce à une organisation officielle ou corporative, chargée de mettre au point les cahiers des charges, les méthodes de contrôle de fabrication et de réception, en attendant les centres de documentation et de recherches. (M. Milon cite, en exemple, la *marque de qualité* créée par l'Union des Syndicats de l'Electricité.)

Si l'on passe du domaine de la qualité à celui de la *sécurité*, on voit là aussi un champ d'action immense s'offrir aux laboratoires et aux services d'études.

Notre sécurité individuelle et celle de nos biens sont de plus en plus fréquemment compromises par l'amélioration et la divulgation des moyens de transport rapide et par d'autres manifestations de l'activité moderne; en même temps, de nouvelles découvertes nous donnent de nouveaux moyens d'améliorer cette sécurité.

Il en est de même en ce qui concerne la sécurité collective, c'est-à-dire la défense nationale qui ne saurait s'improviser à l'heure du danger.

M. Milon aborde ensuite le domaine de la *santé*. Les sciences médicales ont encore d'énormes progrès à faire.

Dans l'immense essor qu'ont pris depuis un siècle toutes les sciences physiques, chimiques et naturelles, elles ont paru rester quelque peu en arrière.

Quelle que soit d'ailleurs l'opinion qu'on professe à ce sujet, on peut dire que, dans l'étude des sciences biologiques, ce qui a été fait n'est rien à côté de ce qui reste à faire et qu'on ne saurait y consacrer trop d'ardeur ni trop de ressources.

Ainsi donc, même en se cantonnant dans le domaine des besoins immédiats et pressants de la société actuelle, on peut trouver des sujets d'études innombrables, sans risquer d'aggraver en rien la surproduction ni le chômage. Mais il est bien évident que d'autres voies s'ouvrent encore, nombreuses, aux recherches scientifiques.

La possibilité de rémunérer ceux qui se livreraient à toutes ces études suppose évidemment une organisation où l'Etat et les groupements industriels auraient à jouer le principal rôle.

Qu'on n'objecte pas que l'horizon limité des laboratoires et la rigueur des raisonnements scientifiques préparent mal les jeunes gens aux nécessités de la vie pratique et ne développent pas en eux la mentalité du chef. Toute l'évolution de la science moderne, qui n'est en réalité qu'une incessante reconstruction, montre, au contraire, qu'il n'y a point de place dans son sein pour des esprits étroits, aux opinions sommaires et rigides.

Les connaissances scientifiques ne valent d'ailleurs pas seulement pas la gymnastique intellectuelle que leur acquisition a entraînée, mais aussi par elles-mêmes et par les germes qu'elles déposent dans notre humus cérébral.

Elles ne peuvent évidemment, dans la formation d'un chef d'industrie, suppléer aux qualités innées de caractère qu'exige l'exercice du pouvoir et l'on ne peut leur demander de fournir des solutions toutes prêtes à tous les problèmes qui s'y posent. Il en va de même pour l'étude raisonnée de l'histoire dans la formation d'un homme d'Etat.

Enfin, la principale caractéristique de l'époque actuelle est la rapidité croissante des transformations matérielles et sociales. L'avenir, même le plus immédiat, est plus mystérieux que jamais.

Du moins, les lois physiques, chimiques et biologiques ne changeront que dans la mesure où nous connaîtrons mieux les phénomènes qu'elles régissent. Alors même que quelque chose d'analogue aux précédents retours à la barbarie devrait encore se produire, ce qui serait à coup sûr le plus jalousement conservé, ce sont les conquêtes matérielles de la science, seules garantes du pouvoir et de la supériorité militaire et économique.

Devant l'avenir inconnu qui les attend, il faut donner aux générations qui viennent une âme de pionnier dans un corps alerte, un esprit formé aux méthodes cartésiennes, apte à se libérer du transitoire pour ne s'accrocher qu'au permanent.

Il n'est point de meilleure formation, pour l'esprit des jeunes et pour leur préparation aux luttes futures, que de fortes études scientifiques, greffées sur une culture générale étendue.

Ainsi donc, le développement des études scientifiques est plus nécessaire que jamais pour l'avenir de nos industries et pour la sauvegarde de notre pays, dans notre intérêt propre comme dans celui de nos enfants.

Ph. T.

§ 2. — Mathématiques.

Sur quelques attributs des propositions mathématiques.

Dans son exposé général *sur les progrès récents de la logique et de l'axiomatique*[1], M. Gérard Pétiau a bien voulu rappeler l'idée de *domaine de causalité*, que j'ai donnée en 1930[2]. Avec elle apparaît *le rôle logique de la notion de groupe*. Tout se ramène à cette simple remarque : la famille des modifications qui permettent, un énoncé étant donné, de passer d'un cas d'exactitude à un nouveau cas d'exactitude, comprend avec une modification la modification inverse et avec deux modifications leur résultante. C'est donc un groupe. Au lieu d'un énoncé, on peut prendre un faisceau d'énoncés. Le groupe correspondant se relie aux

1. Voir le n° du 31 mars 1935 de la *Revue génér. des Sciences*, (t. XLVI, p. 173).

2. Voir le n° du 31 janvier 1930 de la *Revue génér. des Sciences* (t. XLI, p. 42) et le n° du 15 juin 1734 (t. XLV, p. 322).

conditions d'invariance des hypothèses de ces énoncés. Dans ces mêmes conditions, se conserveront aussi les conclusions. On atteint de la sorte la causalité, et on peut dire que le groupe est un *domaine de causalité*, en ce sens que des hypothèses (ou causes) invariantes par les modifications du groupe déterminent des conclusions (ou effets) possédant le même caractère [1].

Cette notion s'apparente à première vue avec la construction d'une *géométrie au sens de Klein*, qui consiste, étant donnée une variété V, c'est-à-dire un certain ensemble d'éléments v, à considérer un groupe G de transformations opérant transitivement sur les éléments de V, puis à rechercher les propriétés de sous-ensembles de V qui sont invariantes par les transformations de G.

Toutefois, on ne saurait confondre un domaine de causalité avec une géométrie au sens de Klein. Le domaine de causalité d'une proposition peut faire intervenir à la fois une infinité de systèmes de géométrie. Par exemple, dans tout espace de Riemann, on sait qu'en variant un arc géodésique $\widetilde{PQ}$, de manière à le laisser normal aux déplacements de ses extrémités P et Q, sa longueur reste constante. Un tel énoncé, qui s'applique à toute variété riemanienne, quelle qu'en soit la forme fondamentale, est donc commun à une infinité de systèmes de géométrie; qui plus est, ces systèmes, au lieu d'appartenir à des espaces de Klein, sont relatifs à des espaces non holonômes. Donc le domaine de causalité comprend ici des modifications qui s'en prennent aux prémisses mêmes de la géométrie où notre énoncé sera valable.

Un autre attribut important des propositions consiste en leur qualité de *stabilité* ou d'*instabilité*. Soit un énoncé en vertu duquel une hypothèse H_0 implique une conclusion C_0. Imaginons qu'on puisse concevoir le voisinage avec H_0 d'une nouvelle hypothèse H_ε et préciser son degré de proximité plus ou moins grand par un nombre positif ε qui sera dit *module de déplacement de l'hypothèse*. Faisons une supposition analogue quant à la possibilité d'estimer le voisinage de la conclusion C_0 et d'une conclusion voisine C_η, le degré de proximité de C_0 et de C_η s'appréciant au moyen du nombre positif η ou *module de déplacement de la conclusion*.

Si chaque délimitation du module ε entraîne une délimitation

$$\eta < f(\varepsilon)$$

telle que, ε tendant vers zéro, il en soit de même de $f(\varepsilon)$, le théorème d'après lequel H_0 implique C_0 sera stable. Au contraire, s'il est possible de trouver des modifications de C_0 telles que η dépasse une valeur fixe, bien qu'on ait la latitude de prendre ε arbitrairement petit, le théorème précédent est instable.

Considérons les deux assertions suivantes :

(A) une fonction est constante dans un intervalle $x_0 \leq x \leq x_1$.

(B) une fonction possède en chaque point de cet intervalle une dérivée nulle.

L'énoncé « (A) *implique* (B) » est instable, et l'énoncé réciproque « (B) *implique* (A) », est stable, ceci quand on pose :

module de déplacement de (A) = oscillation de la fonction dans l'intervalle (x_0, x_1);

module de déplacement de (B) = borne supérieure des pentes des cordes du diagramme de la fonction dans l'intervalle.

Prenons encore trois équations

$$f(x, y, z) = 0$$
$$g(x, y, z) = 0$$
$$h(x, y, z) = 0$$

dont les premiers membres sont des polynômes entiers de degrés m, n, p à coefficients arbitraires. La présence pour le système de mnp solutions distinctes et à distance finie sera pour ce système une circonstance stable, tandis qu'un cas exceptionnel sera instable [1]. La stabilité qui se présente dans chaque cas normal correspond ici à une conclusion fixe (*stabilité de permanence*).

La stabilité est un attribut étroitement solidaire de la continuité. En physique du continu, on peut noter qu'un théorème d'unicité d'un système différentiel ne saurait être adopté pour base d'un schème déterministe, applicable à l'évolution d'une catégorie de phénomènes physiques, si l'on ne se trouve pas dans des conditions assurant la stabilité de ce théorème [2]. Cette exclusion des schèmes instables est exigée par l'imprécision inhérente aux mesures. Toutefois elle n'atteint pas le domaine corpusculaire où l'individualité des particules peut se traduire notamment par des lois exprimant que certains rapports sont des nombres rationnels (loi de troncatures rationnelles en cristallographie, des proportions définies, en chimie, etc.).

Il semble bien qu'en dehors de la logique proprement dite, il y ait place pour certaines études sur les propositions, soit dans l'un des deux ordres d'idées ci-dessus, soit dans divers autres dont la connaissance serait utile.

G. BOULIGAND.

1. Le mot *causalité* est suggéré par le contraste entre les démonstrations mettant en évidence l'origine intuitive et le pourquoi des faits mathématiques, d'une part et les démonstrations algorithmiques, d'autre part. Une préférence orientée dans le premier sens n'est assurément pas chose nouvelle : COURNOT la justifiait déjà en opposant *l'ordre rationnel* à *l'ordre logique*, et l'on peut voir dans FONTENELLE l'exemple d'un penseur qui le devança dans cette attitude (voir sur ce sujet un article de M. Raoul CARRÉ, dans la *Revue philosophique*, mars-avril 1935, 60e année, p. 273).

1. Voir pour d'autres exemples : G. BOULIGAND, *La stabilité des propositions mathématiques. Bull. Ac. Roy. des Sciences de Belgique*, t. XXI, 1935, p. 277-281.

2. En recherchant la forme adéquate à l'expression de cette stabilité, on est conduit à examiner *des cas de déterminisme partiel*. Voir : G. BOULIGAND, *Bull. de la Soc. Roy. des Sciences de Liége*, février 1935, p. 51-54.

REVUE DE PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Le domaine de la *physique industrielle* est très vaste : il embrasse, en effet, les applications des phénomènes calorifiques, électriques, lumineux et sonores, et leur utilisation dans l'industrie. L'année 1934 a vu naître, ou se développer, un grand nombre d'inventions, ou de mises au point, traduisant des progrès marqués dans les applications des phénomènes physiques. Les perfectionnements *les plus essentiels*, sur lesquels il nous paraît intéressant de retenir l'attention des lecteurs de cette Revue, ont été réalisés dans les branches suivantes de la physique industrielle :

I. Générateurs du courant électrique; II. Radioélectricité; III. Photo-électricité; IV. Photographie et Cinématographie; V. Eclairage électrique et éclairage naturel.

Nous allons les passer en revue, dans l'ordre indiqué, en insistant sur les caractéristiques fondamentales de chacun d'eux, et aussi brièvement que possible.

I. — Générateurs du courant électrique.

a) Les *piles à liquide immobilisé* sont d'un emploi courant, pour les lampes de poche, et pour la polarisation des grilles de lampes des récepteurs de radiophonie; elles ont été, depuis plusieurs années, l'objet de perfectionnements ayant en vue leur conservation de longue durée.

Pour assurer une bonne conservation, on introduit souvent l'électrolyte au moment de la mise en service. Pour obtenir une matière immobilisante presque parfaite, la Société *Le Carbone* emploie un mélange de soude caustique, de fécule, et de paraffine. Lorsque la pile est mise en service, le mélange étant immergé dans l'eau pour constituer l'électrolyte, la soude s'hydrate en dégageant assez de chaleur pour cuire le mélange, et le faire passer à l'état de gelée. La paraffine fond, remonte à la surface, et évitera ainsi l'évaporation, et par suite la production des sels grimpants qui altèrent si rapidement l'enveloppe métallique de la pile.

Dans le brevet français *Carlsson*, les parois internes du bac (en zinc) sont recouvertes de la couche de matière électrolytique, laquelle gonfle par absorption d'eau; la matière dépolarisante, à l'état pâteux, est introduite dans le bac, et remplit l'espace qui lui est destiné; l'électrode en charbon est enfoncée, ensuite, dans cette matière dépolarisante; on recouvre le tout d'un vernis; la substance déposée sur le zinc, à l'intérieur du bac, absorbe l'humidité du dépolarisant, et par suite se gonfle en comprimant celui-ci, et déterminant un très bon contact avec l'électrode en charbon. Ces nouveaux dispositifs de piles paraissent devoir fournir une durée bien supérieure à celles de construction analogue, mais où l'immobilisant s'altère et se déforme assez vite.

b) Le *nouvel accumulateur Ch. Féry*, — présenté à la Société française de Physique, le 16 mars 1934 — se caractérise par le remplacement, dans l'accumulateur au plomb ordinaire, de l'électrode négative de plomb, par une électrode d'*étain*; de plus, l'électrolyte est immobilisé; cet accumulateur est surtout intéressant dans le cas des faibles capacités (1 à 5 ampères-heure) et des tensions élevées (40 à 120 volts); il est indiqué pour la téléphonie, et la radio-téléphonie.

Dans l'ancien accumulateur (à cathode en plomb), il se produisait une attaque lente, mais continue, du plomb, — devenu spongieux par l'usage — par l'acide sulfurique de l'électrolyte, attaque se traduisant par un dégagement d'hydrogène, lequel réduisait, en pure perte, la matière active de l'anode; d'où un affaiblissement prématuré de la *capacité* et de la *tension* de la batterie. Dans le nouveau modèle, l'anode de plomb, verticale, est noyée dans une masse poreuse de silice granulée (inattaquable par l'acide sulfurique), entre les grains de laquelle se trouvent des *cristaux d'étain*; on obtient ainsi une cathode offrant une grande surface d'attaque; les gaz, à la fin de la charge, se dégagent aisément entre les grains; la disposition spéciale de l'anode (noyée dans la matière poreuse qui immobilise l'électrolyte) s'oppose au foisonnement, donc à la chute du peroxyde de plomb actif. La durée de décharge de ces accumulateurs est accrue; pour un élément de 8 ampères-heure, la décharge dure deux jours avec un débit de 0,20 ampère; et la tension, égale à 1,95 volt au début de la décharge, tombe à 1,60 volt en fin de décharge.

La régénération de ces éléments est économique et aisée : leur emploi est le même que celui des piles sèches : lampes de poche; amplificateurs et lampes de radiophonie; essais de laboratoires.

II. — Radio-électricité.

Les progrès les plus récents accomplis en radio-électricité, apparaissent nettement à la lumière du dernier salon de T. S. F., en 1934. Ces progrès concernent : les lampes thermo-ioniques : les redresseurs, les condensateurs, les bobines de self, les haut-parleurs; et, aussi, les dispositifs spéciaux des récepteurs universels.

a) *Lampes thermo-ioniques.* — Un progrès marqué se révèle par la mise au point d'une nouvelle lampe oscillatrice et modulatrice; cette lampe, dénommée *octode* (c'est-à-dire à 8 électrodes) présente 6 grilles, 1 anode (plaque) et 1 cathode (filament); sans vouloir entrer, ici, dans l'étude technique complète de cette lampe, — laquelle

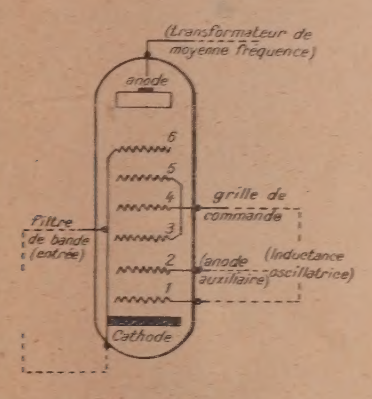


Fig. 1.

entraînerait à des développements dépassant le cadre de notre revue, — indiquons cependant la destination de chacun des éléments de cet appareil; en partant de la cathode, la grille n° 1 (qui est oscillatrice), et la grille n° 2, véritable anode auxiliaire représentent une lampe triode; la grille n° 4 (de commande) est encadrée par les grilles nos 3 et 5, qui fonctionnent en grilles-écrans; enfin, la dernière grille, n° 6, est connectée intérieurement à la cathode; il y a sept broches au culot de la lampe (pour l'anode, la cathode, et les grilles 1, 2, 3, 5 et 6); la grille 4 (de commande) qui a besoin d'un isolement particulier, est reliée à l'extrémité de l'ampoule. Les grilles 1 et 4, sont maintenues au potentiel négatif : — 1,5 volt (à l'aide d'une pile ou d'un accumulateur à liquide immobilisé); les grilles 2, 3, 5 au potentiel positif de 70 volts; l'anode, au potentiel de 110 volts, ou de 220 volts (selon le réseau d'alimentation) (fig. 1).

N. B. — Avec les indications qui précèdent, les lecteurs familiarisés avec le montage des récepteurs pourront facilement représenter l'installation de cette lampe par rapport au circuit oscillant d'un récepteur.

L'octode présente un grand coefficient d'amplification, — qui se maintient avec la gamme des ondes courtes; il est sensiblement constant jusqu'à une longueur d'onde voisine de 10 mètres; il n'y a pas de réaction sensible entre l'antenne et l'hétérodyne.

La *pentode* (haute fréquence, ou moyenne fréquence) sert à régler l'intensité du son, par le potentiel, variable, de grille.

La nouvelle lampe détectrice *double diode* (qui a pour effet de réduire notablement la *distorsion* de la modulation) s'emploie ainsi : l'une des anodes reliée à une prise disposée sur l'ampoule, sert au redressement, l'autre est connectée à une broche du culot, et produit la polarisation qui règle automatiquement le son. Cette lampe est suivie d'une amplificatrice-pentode (à basse fréquence).

Les *lampes universelles* sont alimentées, indifféremment, par le courant continu ou le courant alternatif, — ce qui présente un réel avantage pour le récepteur changeant de secteur; antérieurement, un récepteur pour courant alternatif était inutilisable sur courant continu; et vice versa; il n'en est plus ainsi grâce aux nouvelles lampes.

Les filaments des dites lampes sont disposés en *série* dans le même récepteur; le courant de chauffage est de 200 milli-ampères sous 13 volts; le ronflement (observé au début de la mise en marche du récepteur) est évité par la connexion, à l'extrémité de l'ampoule, de la grille de commande; les filaments de chauffage étant, d'autre part, enveloppés par un blindage.

La tension-plaque (ou tension anodique) atteint 100 volts environ, sur un réseau à 110-115 volts (il faut songer à la chute de tension dans la valve redresseuse, et dans le filtre); l'alimentation est réalisée, soit : directement par le courant continu; soit : par le courant alternatif auparavant *redressé*, puis filtré.

b) *Redresseurs.* — Le redresseur à *oxyde de cuivre* est utilisé, depuis quelques années, au courant alternatif à basse fréquence (celui du réseau d'alimentation); depuis moins d'une année, on l'a également employé sur les circuits à haute fréquence.

Le principe du redresseur à oxyde de cuivre est le suivant : soit un tube à anode en graphite et à cathode en nickel recouverte d'oxyde de cuivre, les deux électrodes étant dans une atmosphère de gaz rare (argon); si la cathode est portée à l'incandescence, le tube étant inséré dans un circuit à courant alternatif laisse passer uniquement l'alternance pour laquelle le courant est

dirigé de l'anode à la cathode. Or, depuis 1924, la détection était opérée, exclusivement par lampe triode, la galène et le carborundum étant abandonnés parce qu'ils ne peuvent supporter une surcharge quelconque. Le redresseur à oxyde de cuivre permet de faire l'économie d'une lampe triode, il est donc utilisé comme détecteur. Pour $\frac{1}{4}$ miliampère sous 13 volts, ces redresseurs servent à la détection en basse ou moyenne fréquence; ceux qui prennent $\frac{1}{10}$ milliampère sous 30 à 35 volts servent à la haute fréquence; si l'on opère la détection sur les deux alternances du courant, l'élément redresseur est double, et disposé en shunt entre les bornes de la bobine secondaire du transformateur de moyenne fréquence, le milieu (à potentiel positif) est relié à la masse : à la sortie de l'élément, on établit un filtre (bobine de choc) entre deux condensateurs de très faible capacité (0,1 millième de microfarad) et deux résistances de 100 mille et 200 mille ohms.

L'élément à oxyde de cuivre est également utilisé pour contrôler le volume du son, et pour s'opposer à l'évanouissement des réceptions; enfin, pour le réglage silencieux des émissions.

c) *Condensateurs.* — Les condensateurs réglables sont construits, actuellement, avec une précision pouvant atteindre 2 pour mille (au lieu de 5 pour mille); au lieu de 3 condensateurs multiples, montés sur le même axe, on construit des blocs de 4 condensateurs, qui donnent à la fois, un accroissement de sélectivité, et un encombrement restreint, vu leurs dimensions réduites.

d) *Bobines de self-inductance.* — On tend à employer des bobines dont le volume est seulement le tiers de celui des anciennes bobines, grâce à l'utilisation d'enroulements en fil beaucoup plus fin, pour la même inductance.

e) *Haut-parleurs.* — La difficulté d'obtenir une excitation suffisante, le courant étant limité, — ou même quelquefois la tension —, a fait remplacer les dispositifs d'excitation par courant continu ou redressé, par un aimant permanent au cobalt (nous en verrons la raison plus loin).

Les constructeurs tendent à abandonner les graduations en longueurs d'onde, sur les cadrans, pour les graduations en stations; ce qui, d'ailleurs, revient au même, puisque les stations émettrices sont représentées par leur longueur d'onde propre.

f) *Récepteurs universels.* — Ils peuvent être disposés, indifféremment, sur le courant alternatif ou sur le courant continu, grâce aux lampes spéciales, dites universelles, que nous avons décrites au (§ a) ci-dessus. Le transformateur d'alimentation a disparu, ce qui a permis de réduire d'une façon appréciable l'encombrement et le poids des appareils, donc leur prix de revient; la tension du réseau est appliquée, directement, aux plaques (anodes), avec redresseur intercalaire, si le courant est alternatif.

Les filaments-cathodes étant chauffés en série, l'on dispose d'une différence de potentiels élevée qui exige un isolement soigné.

Ces récepteurs, malgré leur avantage, présentent, par leur connexion directe sur le réseau, l'inconvénient de livrer accès aux perturbations apportées par les lignes de distribution du courant; on arrête la plupart de ces perturbations à l'aide de filtres. Pour le courant alternatif, on utilise une lampe redresseuse, et la filtration est obtenue à l'aide de condensateurs électrolytiques.

En général, les récepteurs sont établis pour la tension de 110 volts. Si le réseau est à 220 volts le circuit de chauffage des filaments doit comprendre une lampe régulatrice de la tension qui maintient celle-ci à 110 volts aux bornes du circuit de chauffage.

Remarquons que la bobine d'excitation du haut-parleur (diffuseur) doit être placée en dérivation, au lieu de rester en série avec le circuit-plaque, comme dans les anciens postes; mais alors, cette bobine ne peut plus servir de *bobine de choc;* c'est pour cette raison que les constructeurs tendent au remplacement de la bobine d'excitation par un aimant permanent, comme il a été indiqué précédemment (§ e).

N. B. — Les récepteurs de voitures automobiles, — qui présentent d'ailleurs tous les perfectionnements des postes fixes, offrent une difficulté : celle de l'alimentation en courant, car l'on ne dispose, dans ces voitures, que de la tension (12 à 14 volts) nécessaire pour la bobine d'allumage, les lampes ordinaires, et les lampes des projecteurs; à l'aide d'un vibreur à lames multiples, on convertit le courant continu (12 à 14 volts) en courant alternatif (600 volts), que l'on redresse ensuite sous 240 volts, et que l'on filtre. Une antenne (en zigzags) est tendue dans la toiture de la voiture et sous les arceaux en bois, et à dix centimètres des parties métalliques, ou des conducteurs électriques des lampes.

En somme, sauf pour quelques nouveautés (lampe octode, lampes universelles), il y a eu plutôt mise au point rationnelle des divers appareils, qu'invention nouvelle; la sécurité et la qualité sont en progrès sérieux, en même temps que l'encombrement est réduit.

Pour l'élimination des parasites, tout a été fait antérieurement à 1934, dans ce but; il ne restait qu'à imposer, aux fauteurs de troubles, l'obligation de munir leurs appareils perturbateurs (moteurs, lampes à luminescence; etc.) des dispositifs de protection, antiparasites : les règlements d'administration publique de décembre 1933, et de mars 1934, doivent y pourvoir (Voy. pour plus de détails, la *Revue générale d'Electricité* du 24 novembre 1934).

III. — Photo-électricité.

Les phénomènes photo-électriques consistent dans la transformation de l'énergie lumineuse en énergie électrique. Tout dispositif qui est le siège de la dite transformation prend le nom de cellule photo-électrique; empressons-nous de faire observer que cette transformation est à faible rendement.

On distingue les *cellules émissives*, à gaz rare, pourvues de deux électrodes, avec anode en métal (fer ou cuivre) et cathode en métal alcalin (potassium, cœsium) laquelle, après que l'on a provoqué, par une tension convenable, l'ionisation du gaz émet des électrons quand elle est exposée à la lumière; ces cellules sont déjà anciennes, et bien connues; les cellules *conductrices*, à milieu très résistant (sélénium par exemple) dont la conductibilité augmente sous l'action de la lumière; ces cellules sont également connues depuis quelques années; enfin, les cellules dites à *couche d'arrêt*, dont la mise au point est toute récente.

Nous ne décrirons que ces dernières, qui ont été étudiées tout dernièrement, et dont les propriétés sont maintenant bien établies, après les essais de Mme Roy-Pochon (*C. R. Acad. des Sciences*, 11 juin 1934).

Ce qui caractérise la cellule photo-électrique à couche d'arrêt, c'est qu'elle fonctionne comme génératrice d'électrons sans qu'il soit indispensable de lui appliquer une différence de potentiels : l'exposition, à la lumière solaire, ou à celle d'une lampe électrique à incandescence, de la surface sensible de la cellule, provoque immédiatement la naissance d'un courant électrique, si les deux bornes sont reliées à un circuit extérieur, plus ou moins résistant.

Il existe deux types de cellules à couche d'arrêt : la cellule à oxyde cuivreux, la cellule à sélénium.

a) Dans la *cellule à oxyde cuivreux*, — plus ancienne, — une masse de cuivre, assez épaisse, est recouverte d'une couche d'oxyde cuivreux (Cu^2O), obtenue par oxydation d'une face de la lame de cuivre, à une température voisine de 1 000 degrés centigrades; sur cette couche d'oxyde, est serrée fortement une second lame de cuivre (contre-électrode) en forme de grille pour laisser passer les rayons lumineux; cette dernière, exposée à la lumière, devient le pôle positif de la cellule; les électrons vont donc de la masse de cuivre à la contre-électrode, à travers l'oxyde (fig. 2).

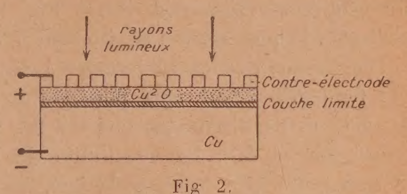


Fig 2.

N. B. — Au contact cuivre-oxyde cuivreux, la couche dite *limite* qui sépare le métal de l'oxyde se comporte comme *redresseur*, quand une différence de potentiels de quelques dixièmes de volt est entretenue entre Cu et (Cu^2O) : elle laisse passer les électrons facilement dans le sens métal-oxyde et très difficilement en sens inverse : une telle cellule peut donc servir de *redresseur* pour les courants alternés. Ces cellules ont été étudiées complètement par Lange, Schottky et Pfund. La sensibilité à la lumière varie avec la région spectrale explorée : maximum de sensibilité dans le rouge sombre, et sensibilité encore appréciable dans l'infra-rouge; pour la lumière des lampes électriques, la sensibilité est beaucoup plus faible que celle du sélénium; aussi leur application industrielle est devenue moins intéressante.

b) La cellule au *sélénium*, — qui paraît maintenant bien au point, — est obtenue par dépôt, sur une lame épaisse de fer, d'une mince couche de sélénium; on porte à la température de 200 degrés, le sélénium se présente à l'état métallique

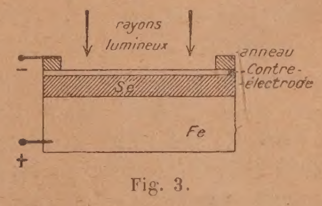


Fig. 3.

(gris clair); après refroidissement, on applique la contre-électrode transparente, par projection cathodique; elle est en argent, généralement; enfin, un anneau épais, également en argent, sert de collecteur; — on peut recouvrir le tout d'un enduit à base de cellulose, qui protégera la cellule contre l'humidité. En soumettant à la lumière la pellicule métallique (à l'intérieur de l'anneau), elle émet des électrons, dans le sens : électrode transparente-électrode massive : cette dernière est donc le pôle positif de la pile, et l'anneau le pôle négatif (fig. 3). Cette cellule est *sans pouvoir redres-*

seur. Si on relie les deux pôles par une résistance extérieure (un galvanomètre, par exemple), on obtient un courant électrique dès que la face sensible de la cellule est exposée à la lumière; l'intensité du courant est fonction de l'éclairement de cette face. L'expérience montre que, avec une résistance extérieure inférieure à 500 ohms, et avec un éclairement inférieur à 500 lux, le courant photo-électrique varie linéairement en fonction de l'éclairement (Mme Roy-Pochon); les variations de température ont très peu d'effet sur le courant, celui-ci ne diminuant que de 1 à 3 pour cent, entre 20° et 30°. La sensibilité de la cellule est maximum avec le rouge-orangé, minimum entre le bleu et le vert.

Mme Roy-Pochon a construit également des cellules au sélénium à pouvoir redresseur; elle a trouvé que le courant diminue rapidement (de 1 à 3 dixièmes) quand la température varie de 20° à 30°; l'effet de redressement décroît quand la température s'élève.

c) L'application la plus intéressante de la cellule sans pouvoir redresseur (cellule dite *pho-*

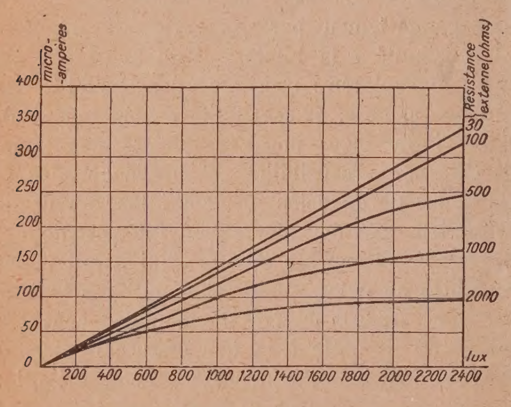


Fig. 4

tronic) est celle de la *mesure des éclairements*, si l'on dispose d'une courbe comme celles de la figure 4 relevée au préalable, en mesurant d'une part les éclairements produits par une lampe à incandescence au tungstène en atmosphère gazeuse (à l'aide d'un luxmètre), et en repérant les intensités (en micro-ampères), au galvanomètre de résistance connue : la cellule, le galvanomètre et la courbe réalisent un luxmètre industriel, qui est réellement pratique, et d'un emploi facile.

D'autres applications intéressantes sont à signaler, que nous nous contenterons d'énumérer (renvoyant le lecteur à une description plus détaillée; *R. G. E.* du 27 janvier 1934, pages 127 à 129) telles que : relais de commande de l'éclairage public; examen de la transparence du papier; essai des verres colorés pour signaux; essais des films cinématographiques. — Pour la reproduction sonore d'un film cinématographique, on emploie une bande plus ou moins transparente (de photographie du son) que l'on balaye à l'aide d'un faisceau lumineux de microprojecteur, lequel actionne une cellule photo-électrique; celle ci transforme en variations de courant les variations d'éclairement auxquelles elle est exposée. Ces variations sont amplifiées, et transmises à un *mélangeur* relié à un amplificateur d'émission : on obtient ainsi une diffusion directe et parfaite des films sonores (procédé récent).

IV. — **Photographie et cinématographie.**

a) *Photographie.* — Les progrès accomplis récemment en photographie sont relatifs à la photographie nocturne, à l'astronomie, à la spectrographie, à la téléphotographie; c'est-à-dire qu'ils intéressent un domaine appréciable de la physique industrielle.

Il s'agit de la photographie de l'infra-rouge, qui permet ainsi d'explorer le champ des radiations invisibles.

Il s'agissait de trouver une émulsion sensible aux rayons infra-rouges, éliminant totalement les radiations visibles. On y est parvenu récemment par l'emploi des *cyanines,* colorants obtenus par la condensation chimique de dérivés de la quinoléine, tels : la *dicyanine* (dont le maximum de sensibilité correspond à la longueur d'onde 0,78 micron, et qui est encore sensible à 1 micron pour une pose assez longue); la *néocyanine,* qui est active jusqu'à 1,16 micron (poses longues); le plus important de ces dérivés est la xénocyanine, qui a permis de reculer jusqu'à 1,1 micron l'exploration de l'infra-rouge, avec des poses de courte durée; et plus loin encore, avec des poses longues; — ces colorants s'emploient en émulsions (M. P. Glafkidès).

La photographie de l'infra-rouge s'étend à de nombreuses applications; par exemple, pour *photographier* un auditoire de cinéma plongé dans l'obscurité, à l'aide de lampes spéciales infra-rouges; — en *astronomie,* pour déceler la présence d'étoiles masquées par des nébuleuses très lumineuses; — en *médecine,* pour le diagnostic de maladies superficielles (eczéma, varices, lupus); — en *spectrographie,* pour l'examen des lignes spectrales, du rubidium, du potassium.

M. H. Flower (*Society of chemical Industry,* Glasgow; janvier 1934) qui a exposé ces applications, ajoute que la photographie de l'infra-rouge n'exige pas d'appareillage spécial, sauf l'emploi d'étuis métalliques sombres, — le bois, l'ébonite,

le celluloïd se laissant traverser par les radiations infra-rouges.

b) *Cinématographie.* — Il s'agit de la cinématographie en couleurs, dont la mise au point, sans être encore parfaite, paraît proche de la solution définitive. Les méthodes essayées sont des méthodes par synthèse, bichrome ou trichrome, dans lesquelles la gamme des couleurs simples est reproduite à l'aide de deux ou trois couleurs fondamentales : rouge-orangé, vert-jaune et bleu-violet pour la trichromie, qui donne les meilleurs résultats. On utilise de préférence les procédés *additifs :* l'image positive est en blanc et noir, projetée à travers des filtres colorés; de sorte que la synthèse des couleurs se réalise à l'écran. Le blanc résulte du mélange des trois couleurs composées indiquées plus haut; les blancs purs ne sont pas parfaits. Les procédés additifs se divisent en procédés à sélection, par réseaux colorés, qui ne demandent aucune modification dans les appareils de prise de vues ou de projection; et en procédés à écrans sélecteurs qui dépendent, ceux-ci, des appareils utilisés; dans la première catégorie on trouve les films colors Lumière, avec négatifs de sélection; et le film Spicers-Dufay qui emploie un réseau formé d'une série de lignes rouges et vertes, alternées (de $\frac{1}{40}$ de millimètre), et de lignes violet-bleu, perpendiculaires aux premières.

Nous ne pouvons insister, ici, sur le développement de toutes les méthodes essayées, lesquelles sont d'ailleurs très nombreuses, ni sur les manipulations auxquelles il faut soumettre les films.

Ajoutons que les films actuels révèlent un progrès certain; encore qu'il y ait à perfectionner la sélection des couleurs, la netteté et la luminosité des images (Voy. bibliographie, plus loin).

V. — Eclairage électrique et éclairage naturel.

A. **Eclairage électrique.** — L'éclairage électrique a présenté comme nouveautés, en 1934, deux lampes à incandescence : la lampe à verre jaune, la lampe superarga; et, dans la catégorie des lampes à luminescence un nouveau type à vapeur de mercure, de nouvelles applications de la lampe à vapeur de sodium, et des perfectionnements dans les tubes à gaz rares.

1° *Eclairage par incandescence.* — a) *Lampe à ampoule sélective.* — MM. A. Monnier et M. Mouton avaient déjà, le 29 mai 1933, présenté à l'*Acad. des Sciences* une note sur l'emploi de verres jaunes (au sulfure de cadmium), dans la fabrication des lampes pour l'éclairage public, et l'éclairage des projecteurs d'automobiles. L'avantage de ce verre est celui-ci : la transmission des radiations spectrales de longueur d'onde inférieure à 0,5 micron (soient les radiations violettes et bleues) est pratiquement nulle; au contraire, elle s'accroît rapidement de 0,5 à 0,525 micron, présente un maximum pour 0,57 micron (radiation jaune), demeure à peu près constante jusqu'à 0,63 micron, et croît encore brusquement au delà, pour les radiations rouges (fig. 5); la radiation dominante est le *jaune* (lampe Yvel).

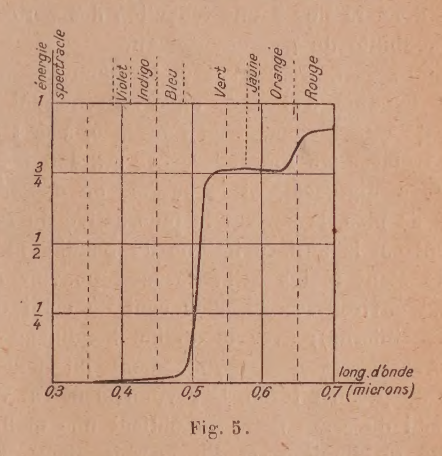


Fig. 5.

Les auteurs ont constaté que cette lampe augmente l'acuité visuelle, et accroît la visibilité, de 23 pour cent environ. Dès lors, l'application d'une telle lampe à l'éclairage public, puis aux projecteurs d'automobiles, aura pour conséquence de réduire très sensiblement l'éblouissement.

Dans une note présentée à l'*Acad. des Sciences* le 26 mars 1934, M. A. Blondel a mis nettement en relief les avantages de cette lampe, au point de vue de l'atténuation de l'éblouissement, par l'analyse des effets, sur la rétine, des radiations blanches riches en rayons violets, bleus et verts, et des radiations jaunes; le maximum de luminosité du spectre se trouvant dans le jaune, non éblouissant; ces lampes se recommandent, d'autre part, pour les signaux colorés (des phares, des aérodromes) dont la portée sera plus grande.

Nous avons vérifié nous-même, récemment, que le *flux lumineux* d'une lampe Yvel à ampoule *jaune* vaut les 975 millièmes de celui d'une lampe *claire* de *même consommation électrique;* l'écart n'est donc que de 2,5 pour cent; il s'atténue avec le survoltage de la lampe.

b) La lampe *super-arga* qui vient de naître, est une lampe à incandescence à filament de tungstène en atmosphère inerte (argon, ou azote); mais cette lampe est à *double boudinage.*

Dans les lampes à filament simplement boudiné, le dit filament est enroulé sur lui-même en spi-

res serrées, et maintenu à l'aide de crochets métalliques, entre les deux électrodes; dans la lampe *super-arga,* on boudine une seconde fois un filament déjà boudiné, ce qui diminue sa longueur, et accroît légèrement son diamètre d'enroulement. Or, l'expérience a prouvé qu'un filament long et mince, de surface donnée, à l'incandescence dans une atmosphère gazeuse, rayonne environ cinq fois plus d'énergie calorifique qu'un filament de même surface, mais gros et court; dès lors, le filament *super-arga,* d'après ce qui précède, donnera lieu à une réduction des pertes par conductibilité du gaz environnant.

D'autre part, avec l'usage, le filament simplement boudiné s'allonge, en s'infléchissant (par suite du ramollissement du tungstène, à la température élevée de l'incandescence : 2 400 à 2 500 degrés centigrades); et la surface de déperdition croît; de plus, la surface la plus active du rayonnement est la surface interne du boudin, la périphérie étant moins brillante (son pouvoir émissif est environ les 44 pour cent de celui de la surface interne); avec le double boudinage, il y a accroissement du rayonnement intérieur; au cœur du premier toron, le rayonnement est voisin de celui du *corps noir;* on obtient une meilleure qualité de lumière, et un accroissement de la quantité.

Avec ce mode d'enroulement, il est aisé de comprendre qu'on obtiendra des lampes très lumineuses sous un faible volume d'ampoule; enfin les pertes dues aux supports (ou crochets) de l'ancien filament, disparaissent avec celui-ci, qui est assez rigide entre les électrodes.

Comparativement à la lampe à filament simplement boudiné, la *super-arga* fournit 12 pour cent de radiations visibles (au lieu de 10 pour cent), et 74 pour cent de radiations invisibles (au lieu de 68 pour cent); donc, un gain de 8 pour cent d'énergie rayonnée.

L'*amélioration* du spectre obtenu, plus riche en radiations jaunes, explique aisément l'accroissement du flux obtenu, à consommation électrique égale; on sait en effet, que pour une même quantité d'énergie rayonnée, le jaune est 16 fois plus lumineux que le bleu; — on obtient ainsi un accroissement de flux lumineux de 20 pour cent en moyenne; dès lors le nombre de watts par lumen n'est plus que les $\frac{5}{6}$ de celui de l'ancien filament, ce qui traduit l'économie réalisée.

N. B. — M. Georges Claude (*C. R. Acad. des Sciences,* 4 juin 1934) a indiqué la possibilité d'extraire le *krypton* des gaz rares de l'air, en quantité suffisante pour le substituer à l'argon dans les ampoules de lampes à incandescence; les essais effectués par MM. Lepape et Gomonet avec le krypton ont montré qu'il était possible de survolter le filament sans danger, dans des conditions où les ampoules à argon ou azote ne duraient que quelques secondes (le krypton est deux fois plus dense que l'argon); le rendement, pour une lampe consommant 25 watts, est accru de 33 pour cent; — il y a là, on le conçoit, des possibilités nouvelles et pleines d'intérêt pour la construction des lampes à incandescence économiques.

2° *Eclairage par luminescence.* — *a*) M. G. Déjardin a présenté en janvier 1934, à la Société française de physique, une *nouvelle lampe à vapeur de mercure* constituée par deux cathodes indépendantes, cylindriques, en nickel recouvert d'oxydes, et maintenues au même potentiel; le chauffage a lieu par l'incandescence d'un filament de tungstène, à l'intérieur de chaque cylindre, ce filament étant recouvert d'une couche mince d'alumine; les filaments sont connectés en série, à l'extérieur de l'ampoule par une résistance de 10 ohms; une autre résistance de 48 ohms est installée dans le circuit de la lampe, disposée sur un réseau alternatif à 110 volts; l'ampoule, en verre transparent dans la région de l'ultra-violet, renferme une goutte de mercure, et de l'argon pur à une pression de 125 microns seulement, — en colonne de mercure. On amorce en mettant la résistance de 10 ohms en court-circuit, les filaments sont survoltés, et la vaporisation du mercure est accélérée; après quelques secondes, on introduit la résistance de 10 ohms : la décharge s'amorce. La faible quantité de métal dans l'ampoule, et la suppression du manchon isolant des anciennes lampes réduisent le noircissement de cette ampoule : la vie de la lampe est doublée.

b) La lampe *à vapeur de sodium,* connue depuis la fin de 1933, est un tube luminescent à cathode à double spirale, disposée entre les deux anodes en ruban ondulé; la cathode est alimentée sous deux volts en courant alternatif (à l'aide d'un petit transformateur, sur le réseau à 220 volts); la tension entre double anode et cathode est de 17 v. à l'amorçage (dans l'atmosphère de néon); la lampe s'échauffant, le sodium métallique se volatilise, et le spectre du métal apparaît, en une belle lumière jaune, correspondant au maximum de sensibilité de l'œil; la tension anode-cathode descend à 14 v.

Les calculs faits sur la consommation et le rendement indiquent, pour une consommation donnée d'énergie électrique, un flux 2,3 fois plus grand qu'avec la lampe à incandescence : ce qui représente une économie appréciable de courant, pour

un flux lumineux donné. Depuis le début de 1934, cette lampe est utilisée à l'éclairage de la route de Paris à Versailles (section : Ville d'Avray-Versailles).

c) Les perfectionnements les plus récents apportés aux *tubes luminescents*, sont dus aux travaux de M. André Claude; il a été possible d'obtenir des tubes à faible pression de gaz (0,2 millimètre de mercure) fonctionnant à basse tension alternative (200 volts), et donnant un haut rendement : 35 lumens par watt; ceci, avec anode très chaude, ne pouvant occlure le gaz, et une cathode en potassium fondu; dès qu'une surtension momentanée a provoqué la tache cathodique, le métal se vaporise, puis les vapeurs se condensent, et retombent, ne pouvant emprisonner les gaz; on a une chute cathodique de potentiel de 2 à 3 volts (au lieu de 100 volts avec les cathodes ordinaires) : ce qui a permis de faire fonctionner le tube sous une tension plus faible.

Le même physicien a pu obtenir, dans des tubes au néon renfermant un globule de mercure, et en perfectionnant les électrodes comme il a été dit plus haut, une teinte composée de bleu et de rouge-orangé, se rapprochant de la lumière blanche naturelle; on obtient des lampes fournissant une lumière blanche diffuse, avec 25 pour cent d'économie sur la lampe à incandescence.

Enfin, on utilise également des tubes où l'on soumet, aux radiations du mercure, le sulfure de zinc (lequel donne une belle lumière jaune-verdâtre); l'on obtient, l'atmosphère du tube étant au néon, une belle lumière blanche (M. M. Koch); la consommation spécifique ne dépasserait pas 0,15 watt par bougie, et la température du tube demeurerait assez faible (35° à 40° degrés centigrades).

Ces derniers travaux permettent, déjà, de prévoir une révolution dans le domaine de l'éclairage, et d'entrevoir la possibilité de l'utilisation des tubes luminescents à grande intensité lumineuse, dans les phares.

B. **Eclairage naturel.** — L'éclairage naturel est produit par le Soleil, et par l'hémisphère céleste qui agit comme un diffuseur. On connaît, depuis longtemps déjà, les résultats obtenus pour l'éclairement en plein air. Mais les recherches faites pour mesurer l'*éclairement intérieur* sont beaucoup plus récentes; M. Yamauti, physicien japonais, a donné il y a deux ans environ, une formule permettant d'évaluer cet éclairement en un point donné d'un local quelconque.

Nous avons nous-même, en 1933, montré comment il est possible d'évaluer l'éclairement dû directement au Soleil, et indirectement à l'hémisphère céleste, en un point donné d'une *surface extérieure* horizontale; ceci, à l'aide d'un appareillage spécial de luxmètre que nous avons réalisé à cet effet (Voy. *Rev. génér. des Sciences* du 15 juin 1933).

Plus récemment (1er juin 1934), nous avons exposé, dans la revue l'*Electricien,* la méthode générale que nous avons imaginée pour évaluer l'éclairement *intérieur* en chacun des points d'un local. Cette méthode repose sur les déterminations suivantes :

Evaluation de la portion de surface S de l'hémisphère céleste assurant l'éclairement d'un point donné d'une surface horizontale utile; fixation de cette surface S sur la zone hémisphérique d'éclairement, pour laquelle on a mesuré, au préalable et à l'aide du luxmètre appareillé, l'éclairement normal naturel E; enfin, calcul de l'éclairement intérieur normal e au point en question, ceci en fonction de E, et calcul de l'éclairement horizontal e_0 correspondant.

Nos calculs comportent l'*éclairement direct* dû à l'hémisphère céleste, et l'*éclairement indirect* dû aux surfaces, plus ou moins réfléchissantes, des murs et du plafond, et produit sur la surface utile. En somme, et comme le montrent les formules que nous avons établies à cet effet, notre méthode repose entièrement sur la connaissance de l'*éclairement extérieur.*

Nous avons considéré les deux cas principaux suivants : local éclairé par une *fenêtre horizontale* (c'est-à-dire une fenêtre dont la plus grande dimension est dirigée horizontalement), et par une *fenêtre verticale* (la plus grande dimension est dans la direction verticale); nous avons tenu compte de l'état du Ciel : clair, nuageux, ou brumeux; nos résultats ont montré que, dans le cas de brillance égale de l'hémisphère, la comparaison rationnelle entre les deux formes de fenêtres donne l'avantage à la fenêtre horizontale, qui fournit une plus égale répartition des éclairements, et un éclairement moyen plus élevé; résultats qui justifient les tendances de l'architectuer moderne.

Nous avons, d'autre part, étudié les variations journalières et annuelles de l'éclairement diurne, et calculé l'absorption du flux lumineux par les nuages, et par l'atmosphère terrestre (*Rev. scientifique* du 11 août 1934); enfin, les variations de l'éclairement naturel, à l'*intérieur d'un local,* en fonction de la brillance du Ciel, en tenant compte de la saison, des nuages et de la latitude du lieu observé (*Génie civil* du 29 décembre 1934).

Conclusion. — L'exposé qui vient d'être fait montre combien s'est exercée, pendant l'année 1934, l'activité des chercheurs dans le vaste domaine de la physique industrielle, et les réels et importants progrès qui ont été réalisés pour améliorer les méthodes, et perfectionner les nombreux appareils utilisés dans les diverses branches de la Science industrielle, et tout particulièrement dans les applications de l'électricité.

H. Pécheux,
Docteur ès Sciences,
Lauréat de l'Institut.

BIBLIOGRAPHIE

I. Générateurs du Courant électrique

L. Jumau. — Les piles électriques d'après les brevets récents. *R. G. E.*, 3 novembre 1934, p. 629, 630.

Ch. Féry. — L'accumulateur sec à l'étain. *Bulletin de la Société française de physique*, 16 mars 1924, p. 70 à 72 et suiv.

II. Radio-électricité

M. Adam. — Les récents progrès de la radiotechnique au 11e Salon annuel de T. S. F. *Rev. gén. d'Electricité*, du 24 novembre 1934, p. 741 à 748.

III. Photo-électricité

Mme Roy-Pochon. — Sur les cellules photo-électriques dites à couche d'arrêt. *C. R. Acad. Sciences*, 11 juin 1934, p. 2083.

R. Higonnet. — La cellule photo-électrique type photronic. *Rev. gén. d'Electricité*, du 27 janvier 1934, p. 125 à 129.

G. Liaudrat. — Les cellules photo-électriques à contact rectifiant. *Rev. gén. d'Electricité*, du 31 mars 1934, p. 415 à 424.

Mme Roy-Pochon. — Les cellules photo-électriques. *Lux*, de janvier 1935, p. 1 à 7.

IV. Photographie et Cinématographie

H. Flower. — La photographie infra-rouge et ses possibilités. *Chemistry of Industry*, 26 janvier 1934, et *Rev. Scientifique*, du 26 mai 1934, p. 321, 322.

P. Glafkidès. — Les progrès récents dans la photographie de l'infra rouge. *Rev. Scientifique*, du 10 novembre 1934, p. 712, 713.

P. Glafkidès. — La cinématographie en couleurs et ses procédés actuels. *Rev. Scientifique* du 22 sept. 1934, p. 585 à 595.

V. Eclairage électrique et éclairage naturel

A. *Eclairage électrique.*

A. Monnier et M. Mouton. — Sur l'emploi de verres propres à réduire l'éblouissement produit par les projecteurs d'automobiles. *C. R. Acad. Sciences*, 29 mai 1933, p. 1659.

A. Blondel. — Quelques remarques sur l'emploi de projecteurs d'automobiles à rayons jaunes. *C. R. Acad. Sciences*, du 26 mars 1934, p. 1198.

R. d'Aboville. — A propos des récents progrès réalisés dans le domaine de la fabrication des lampes à incandescence. *Revue gén. d'Electricité*, du 2 février 1935, p. 161 à 164.

G. Claude, M. Lepape, M. Gomonet, André Claude. — Application du krypton et du xenon aux lampes à incandescence. *Rev. gén. d'Electricité*, du 18 août 1934, p. 237, 238.

G. Déjardin. — Nouveau modèle de lampe à vapeur de mercure. *Bullet. de la Société française de physique*, 19 janvier 1934, p. 15 et suiv.

R. d'Aboville. — La lampe à vapeur de sodium, et son application à l'éclairage des routes. *Rev. gén. d'Electricité*, du 20 janv. 1934, p. 93 à 100.

M. Choix. — Installations d'éclairage de la route nationale de Paris à Versailles. *Rev. gén. d'Electricité*, 5 mai 1934, p. 613 à 619.

G. Claude. — Les progrès de l'éclairage par luminescence. *Lux*, de mars 1934, p. 29 à 37.

B. *Eclairage naturel.*

H. Pécheux. — De l'éclairement naturel. *Revue générale des Sciences*, 15 juin 1933, p. 329 à 336.

H. Pécheux. — De l'éclairement diurne intérieur. *L'Electricien*, du 1er juin 1934, p. 243 à 250.

H. Pécheux. — Variations de l'éclairement diurne. *Rev. scientifique*, du 11 août 1934, p. 483 à 488.

H. Pécheux. — Variations de l'éclairement naturel à l'intérieur d'un local, avec la brillance du ciel. *Génie Civil*, du 29 décembre 1934, p. 599 à 602.

LES SPECTRES STELLAIRES [1]

Les récents progrès réalisés dans l'interprétation des spectres stellaires ont apporté une contribution importante aux connaissances astronomiques. On sait que la constitution chimique et les conditions physiques (température, pression, ionisation) des astres sont déterminées par l'étude des spectres. De même, on peut apprécier leurs vitesses, leurs distances et leurs masses, et aussi discuter — avec d'ailleurs une certaine hardiesse de vues — de la naissance, de la vie et de la mort de l'univers.

L'étude des spectres stellaires remonte à quelque soixante-dix ans avec l'invention du spectroscope. Les travaux de Huggins et de Secchi ont montré que les étoiles avaient des spectres continus, coupés de raies sombres. Ceci indiquait donc qu'une étoile semblait être un corps incandescent entouré d'une atmosphère absorbante. Plusieurs constituants de ces atmosphères comme l'hydrogène, le magnésium, le calcium et le fer furent immédiatement reconnus. Ces premières observations révélèrent déjà que tous les spectres stellaires n'étaient pas identiques. Un premier groupe comprenait des spectres contenant relativement peu de raies, principalement dues à l'hydrogène, l'oxygène et l'azote. Un second type se caractérisait par des spectres riches en raies, analogues à celui du soleil où les métaux dominaient par rapport aux gaz permanents. Enfin, deux autres groupes se distinguaient par la présence de bandes dues soit à des composés de l'oxygène, soit à des composés du carbone.

Cette analyse rudimentaire des spectres stellaires suscitait cependant plusieurs questions. Quelle était la cause de ces différences dans le spectre? Y avait-il des étoiles réellement composées de gaz légers et d'autres de vapeurs métalliques? Pourquoi les étoiles « gazeuses » étaient-elles toujours de couleur blanche et probablement de température élevée, pourquoi les étoiles « métalliques » étaient-elles jaunes et plus froides, et les étoiles à spectres de bandes étaient-elles rouges et encore beaucoup plus froides? La première explication rationnelle fut suggérée par Lockyer. Partant de l'hypothèse évidente que les composés, donnant lieu aux bandes, pouvaient seulement apparaître aux températures stellaires les plus basses et seraient décomposés dans les étoiles les plus chaudes, il suggéra que les raies des métaux, comme il avait été observé en laboratoire, pouvaient se diviser en deux classes; les raies ordinaires qui apparaissent dans un arc électrique et les raies renforcées qui sont les plus intenses dans la décharge d'une étincelle. Par une généralisation hardie, il attribua les premières aux atomes normaux et les secondes aux produits de la décomposition de ces atomes à des températures très élevées. En laboratoire, où les vapeurs les plus chaudes étaient encore de température trop faible, les raies d'arc étaient mêlées avec les raies d'étincelle; tandis que, dans certaines étoiles, comme α Cygni, les raies renforcées apparaissent seules; ceci indiquait que dans l'étoile, le processus de décomposition atomique était pratiquement complet. En outre, le travail de Lockyer expliqua maintes caractéristiques des spectres stellaires, entre autres le fait découvert en même temps par Pickering, qu'il existait une séquence continue rattachant les grandes classes spectrales et que la position dans la séquence était en relation avec la couleur de la lumière de l'étoile et de là avec sa température de surface.

Cependant ces résultats étaient empiriques et qualitatifs. Une théorie physique quantitative n'a été possible que par la théorie de Bohr (1913) et par l'application astrophysique de la théorie de l'ionisation de Saha (1920). On sait bien maintenant que les raies d'arc d'un élément quelconque sont produites par des atomes neutres et les raies renforcées par les atomes ionisés. Grâce aux développements de la théorie de l'ionisation (Pannekoek, Payne, Russell, Milne, ...), l'interprétation des spectres stellaires a fait d'énormes progrès. L'application des équations d'équilibre d'ionisation a permis de rendre compte simplement et logiquement des phénomènes principaux au sein de la séquence spectrale. Les caractéristiques générales des spectres sont expliquées par le degré d'excitation des atomes. Les différences observées dans les différents types s'interprètent, non pas par des différences dans la composition, mais surtout par l'état d'excitation ou d'ionisation des atomes

1. Dans cet exposé sommaire, nous excluons les spectres des comètes et des planètes.

à des températures différentes. Ceci permet d'imaginer une étoile artificielle composée d'un corps solide incandescent entouré d'une atmosphère de composition et d'étendue déterminées. Si on fait varier la température du corps, le spectre pourra passer par une série d'états analogues à ceux de la séquence stellaire. Cependant, — comme nous le verrons plus loin — il faut invoquer des compositions différentes pour expliquer certaines anomalies. En outre, cette théorie montre encore que si l'excitation croît avec la température, elle est aussi favorisée par une diminution de pression des gaz dans l'atmosphère stellaire. Si on connaît la température, pour laquelle une raie donnée a son maximum d'intensité c'est-à-dire pour laquelle le nombre d'atomes, dans un état donné d'ionisation et d'excitation, est le plus grand, il est possible de trouver la pression de l'atmosphère ou au moins la partie de celle-ci due aux électrons libres (Fowler, Milne). Les valeurs calculées par cette méthode, d'ailleurs confirmées par d'autres considérations, indiquent — quoique l'étendue des atmosphères stellaires soit relativement grande — que la masse totale des gaz au-dessus de la surface visible est, par exemple, dans le cas du soleil, équivalente à une couche d'air de quelques mètres d'épaisseur. D'après les observations, on peut diviser l'atmosphère d'une étoile ordinaire en quatre couches superposées : photosphère, couches renversantes, chromosphère et couronne. Ces couches ne sont pas séparées par des surfaces nettes de démarcation, mais on peut dire approximativement que la photosphère donne lieu au spectre continu; les couches renversantes au spectre de raies sombres (d'absorption); la chromosphère, lorsqu'elle est vue par la tranche, aux raies d'émission et enfin la couronne à quelques raies, dont on ne connaît pas encore l'origine. Les spectres de la chromosphère et de la couronne ne sont observables que dans le cas du soleil par suite de sa situation privilégiée, très proche de la terre. On voit donc qu'une atmosphère stellaire est un milieu défini d'une manière très vague. L'observation spectrale ne permet de voir qu'une certaine partie de cette atmosphère. *A priori*, on peut dire que dans une atmosphère stellaire, la pression est nulle vers l'extérieur et qu'elle augmente vers la base, tandis que les couches supérieures peuvent être considérées comme légèrement plus froides que les couches intérieures. D'autre part, on sait que dans les conditions ordinaires, les gaz sont transparents dans de grandes épaisseurs, mais un gaz ionisé (cas d'une étoile) qui contient des électrons libres et des atomes chargés est un milieu différent, pour lequel les lois de radiation ne sont pas identiques. La transparence dépend des collisions entre les particules chargées et décroît avec la densité des gaz.

Comment déterminer théoriquement l'absorption des couches d'une atmosphère stellaire et déduire des intensités des raies d'absorption, la composition et la constitution d'une atmosphère? Un calcul exact de l'absorption produite par les couches d'une telle atmosphère complexe serait difficile. Heureusement (Milne), on peut y substituer une atmosphère fictive de température et pression constantes et d'épaisseur définie, et obtenir ainsi, avec une approximation excellente, une valeur de l'absorption. Dans ce cas, les températures sont, par exemple, déduites de la couleur de la lumière de l'étoile, la profondeur effective dépendant, principalement, de l'intensité de la gravité de surface de l'étoile. Lorsque celle-ci est faible, une couche, contenant la même quantité de matière dans une surface unitaire, sera soumise à une pression plus basse, donc sera de transparence plus grande, de sorte que l'épaisseur effective sera plus importante. Cet accroissement de la quantité de matière au-dessus de la photosphère, combinée avec la variation de l'ionisation, permet d'expliquer les différences dans les spectres des géantes et des naines, qui diffèrent par la densité qui est plus faible dans les géantes. L'épaisseur effective d'une atmosphère dépend cependant aussi et d'une manière très simple de sa composition. Soit, par exemple, une étoile avec une atmosphère composée exclusivement d'hydrogène. L'hydrogène est difficile à ioniser et à une température de 6.000 degrés (soleil), il y aurait très peu d'électrons libres et d'ions. Les gaz seraient très transparents et le volume de la couche jusqu'à la profondeur visible serait très grand. Le nombre total d'atomes absorbant serait très élevé et le spectre de cette étoile hypothétique montrerait des raies de H très intenses. Si on ajoutait, à cette atmosphère, un atome de sodium pour 1.000 atomes de H, le sodium serait à peu près complètement ionisé et contribuerait à la formation d'un nombre d'électrons libres et d'ions supérieur à celui dû à l'hydrogène seul. L'opacité de l'atmosphère serait évidemment accrue et son épaisseur optique[1] fortement diminuée, ce qui réduirait donc les raies de l'hydrogène à une fraction de leur intensité première. En général, l'intensité des raies d'un élément donné et la

1. Lorsqu'un faisceau de lumière traverse de la matière, il est habituellement affaibli par absorption Si I_0 est l'intensité incidente, l'intensité après traversée de la matière est $I = I_0 e^{-\tau}$ où τ est « l'épaisseur optique » qui dépend du coefficient d'absorption, de la densité de matière et de l'épaisseur de matière traversée.

température à laquelle elles atteignent leur maximum peuvent être fortement influencées par la présence d'autres éléments, même en très faible quantité. Ceci rend très difficile la détermination quantitative des abondances d'une atmosphère réelle. Alors, comment calculer les abondances des différents éléments ? D'une étude de l'intensité des raies des différents éléments, on a déduit (Russell, Adams, Moore) une calibration qui donne approximativement le nombre d'atomes intervenant dans l'absorption d'une raie donnée. De là, il est possible, avec certaines précautions, d'estimer le nombre d'atomes des différents éléments dans l'atmosphère d'une étoile.

Bref, la théorie de l'ionisation a permis l'interprétation des spectres atomiques. Certes, il existe certaines déficiences, surtout dans le domaine de la spectrophotométrie stellaire, mais il n'en est pas moins vrai que les résultats actuels constituent un succès pour cette dernière théorie.

Un problème analogue à celui des atomes se posait pour les bandes moléculaires dans les étoiles, en ajoutant aux équations d'ionisation celles d'équilibre de dissociation. Mais l'application était beaucoup plus délicate. En effet, dans le cas d'un atome on n'avait à considérer qu'un élément dans plusieurs états d'ionisation. Au contraire, dans le cas des molécules, l'effet, dû aux différentes combinaisons moléculaires résultant des constituants d'une atmosphère stellaire, compliquait le problème. Aussi, ce n'est que tout récemment que celui-ci a été résolu indépendamment par Rosenfeld et par Russell. Cependant, comme la connaissance des spectres des molécules, tant au point de vue théorique qu'au point de vue expérimental, n'a fait de grands progrès que durant ces quelques dernières années, leur développement en astrophysique est en pleine évolution et leur étude tout d'actualité.

Signalons déjà que les nébuleuses, les novae et les étoiles de Wolf-Rayet ne rentrent pas dans les considérations précédentes, mais leurs phénomènes propres ont trouvé aussi leur explication grâce aux récents progrès de l'observation et de la théorie.

Nous allons rappeler brièvement la classification spectrale actuelle des étoiles avant de passer à l'examen plus complet de chaque classe. Schématiquement, la classification spectrale des étoiles est :

P — Q — O — B — A — F — G — K — S — M
\ R — N

où il y a tous les types intermédiaires ; notamment dans l'intervalle B à A, on a dix sous-groupes : B0, B1, ... B9 ; A0 ; on passe ainsi d'une manière continue d'un type à l'autre. Cette classification est basée sur l'évolution du spectre qui est en rapport avec la décroissance de température de la séquence (en allant de la gauche vers la droite). Le début de la séquence spectrale est caractérisé par des étoiles à spectres d'émission dues à des atomes très excités. Avec les dernières sous-classes de O, apparaissent les raies d'absorption d'éléments légers fortement ionisés (He II, O III, N III, ...). Ces raies, à l'exception de l'hydrogène, diminuent en intensité dans la suite (classe B1, B2) pour donner lieu à des raies d'éléments moins ionisés tels que He I, O II, N II. Celles-ci disparaissent en même temps que les raies de l'hydrogène tendent vers un maximum d'intensité et que les raies des métaux ionisés apparaissent (classe A). Celles-ci à leur tour vont vers un maximum (classe F), et tandis qu'elles décroissent en intensité, les raies des atomes neutres sont apparues et augmentent en force, lorsqu'on passe aux étoiles de basse température (classe G). Dans le spectre solaire, les plus fortes raies de l'atome neutre, par exemple du fer, sont plus intenses que celles de l'atome ionisé. Lorsqu'on atteint la classe K, les raies des métaux (atomes neutres) sont à leur intensité maximum, alors que déjà les bandes moléculaires sont apparues pour avoir leur maximum dans les dernières classes, avec effacement des raies de l'hydrogène.

***

Les nébuleuses gazeuses (classe P).

Le spectre d'une nébuleuse gazeuse est caractérisé par la présence de raies brillantes dues à une émission atomique. Ces radiations restèrent (sauf celles dues à l'hydrogène et l'hélium) longtemps inconnues et étaient attribuées à un élément hypothétique le « nébulium ». Ce ne fut qu'en 1928, que l'interprétation fut faite par Bowen qui identifia neuf des plus fortes raies. Des recherches ultérieures (Bowen, Wright, Boyce-Menzel-Payne, Swings-Edlén, ...) ont permis l'attribution quasi certaine de presque toutes les raies nébulaires.

De ces observations, il résulte que les nébuleuses manifestent les raies permises (c'est-à-dire conformes aux règles de sélection) suivantes :

a) Les spectres de H, He I et He II.

b) Quelques multiplets sélectionnés de O III et N III.

c) Quelques raies faibles qui pourraient peut-être provenir de C II, C III, O II et Ca II.

En outre, les nébuleuses présentent les raies interdites d'une série d'atomes (N II, O I, O II, O III,

Ne III, Ne IV, Ne V, S II, A IV) dont, d'autre part, le spectre « permis » ne se présente pas. Quelques autres identifications (Ca, F, K, Cl, Kr, ...) peuvent être correctes mais de nouvelles analyses spectrales doivent les confirmer.

La théorie doit donc rendre compte du mécanisme d'émission des raies de H et de He, des raies permises sélectionnées de O III et N III et ensuite des raies interdites. Le mécanisme imaginé (Hubble) revient à considérer que la nébuleuse ne tire pas son rayonnement directement d'elle-même; son émission lumineuse serait due à un phénomène de fluorescence excitée par le rayonnement d'une étoile centrale. L'idée de la théorie consiste en ceci : la lumière ultraviolette de l'étoile centrale de longueur d'onde plus courte que la limite des séries spectrales des atomes (pour H $\lambda < 912$ Å, pour He $\lambda < 504$ Å, pour He II $\lambda < 228$ Å) qui se trouvent dans l'enveloppe nébulaire, serait complètement absorbée par un processus d'ionisation photo-électrique. Les ions ainsi produits pourront se recombiner avec les électrons qu'ils auront capturés; en passant des orbites extérieures d'un atome vers les niveaux inférieurs un électron donnera lieu aux raies d'émission. Ce processus a été développé théoriquement (Menzel, Zanstra, Ambarzumian, Chandrasekhar) et a permis notamment de déterminer les températures des étoiles centrales; on a trouvé des nombres supérieurs à 30.000°. Ce mécanisme permet seulement d'interpréter les raies permises de H, He I et He II.

A ce phénomène primaire vient se superposer un second, donnant lieu à des raies permises de O III et N III. Celles-ci opèrent une véritable sélection parmi les raies de laboratoire. Pour expliquer cette anomalie, Bowen a suggéré un mécanisme de fluorescence par lequel certaines raies permises de O III et N III seraient dues à une excitation directe ou indirecte de la raie de résonance de He II à λ 304 Å. Une coïncidence fortuite de la raie λ 303.780 Å de He II avec une raie d'absorption λ 303.799 Å de O III serait cause de l'action de He II sur O III. Le processus serait le suivant : la raie de résonance λ 304 émise par He II peut être absorbée par un atome O III qui sera ainsi porté de son état normal à un état excité. De ce dernier niveau, l'atome O III peut, soit retomber au niveau normal en émettant de nouveau λ 304 (et alors le processus recommence), soit passer par les niveaux intermédiaires qui permettent les règles de sélection. Dans ce second cas, l'atome O III doit émettre les raies qui sont effectivement celles qui sont observées. Un mécanisme analogue se présente pour l'atome N III. Celui-ci possède une raie d'absorption à λ 374,434 Å en coïncidence avec une raie λ 374,436 de O III. La raie de O III pourra donc être absorbée par un atome N III qu'elle portera à un état excité; d'où par chutes successives vers le niveau fondamental, certaines raies de N III seront émises conformément aux principes de sélection.

Aux deux premiers mécanismes invoqués pour expliquer l'apparition des raies permises, il faut ajouter un troisième pour expliquer les raies interdites. Un des atomes les plus abondants (H, He I et He II), après absorption d'un quantum suffisamment grand venant de l'étoile centrale ou d'ionisation préalable, s'ionise et expulse un électron avec une vitesse très grande. Cet électron expulsé aura une énergie égale à la différence entre celle du quantum incident et celle de l'ionisation. Comme les potentiels d'excitation inférieurs de H, He I et He II sont respectivement 10,2 — 19,7 — 40,6 électron-volts, les électrons expulsés d'énergie inférieure à 10,2 eV ne peuvent intéresser en rien H, He I et He II. En revanche, par choc avec des atomes à potentiel d'excitation assez bas, ils peuvent activer ceux-ci. En particulier les raies interdites observées ont des potentiels d'excitation compris entre 1,8 et 5,3 eV. Il y aura donc une grande probabilité pour que, par chocs électroniques ces états métastables soient occupés. Cependant, les transitions interdites partant de niveaux métastables ne s'observent pas en laboratoire, par suite de la faible durée du libre parcours moyen d'un atome. En effet, l'atome, dans l'état métastable, n'émet ses raies interdites en passant à un état inférieur que si la transition est spontanée, c'est-à-dire s'il a eu le temps de vivre, dans l'état excité supérieur, toute sa « vie » de niveau métastable, cette vie étant très longue par rapport aux états excités ordinaires. Ceci n'est pas possible en laboratoire, où même dans le cas de vides les plus élevés qu'on puisse réaliser, les intervalles moyens entre deux chocs sont beaucoup plus courts que la vie normale d'un état métastable et où par conséquent, le retour de l'atome au niveau normal se fait par choc de seconde espèce sans émission de lumière. C'est au contraire possible dans les nébuleuses à cause des densités extrêmement faibles qui y règnent. Il faut encore, ce qui est le cas dans les nébuleuses, que l'atome dans l'état métastable ne soit pas soumis à un rayonnement intense, car sinon, par absorption, il passera à un niveau supérieur à partir duquel il émettra des raies permises (Condition d'Eddington).

En général, la forte intensité des raies d'un

élément, dans un spectre stellaire, constitue un critère d'abondance. Mais, dans le cas des nébuleuses, la diversité des mécanismes donnant naissance aux différentes raies exige que l'on prenne des précautions. On peut comparer les abondances des éléments H, He I, He II qui donnent leurs spectres complets; on peut aussi comparer entre eux les atomes qui se manifestent par leurs raies interdites; la part entre les deux groupes d'éléments est impossible. Pour les raies de fluorescence de O III et N III, leur intensité dépend du taux de formation des quanta λ 304 de He II et est, par suite, plutôt indépendante des abondances de O III et N III. On pourra comparer les autres éléments au moyen de leurs raies interdites; celles-ci apparaissent intenses pour la même raison que les raies de fluorescence de O III et N III. On constate ainsi, qu'une nébuleuse est surtout faite d'hydrogène; ensuite, d'hélium; puis, beaucoup moins abondant l'oxygène; enfin, dans l'ordre d'abondance décroissante l'azote, le néon, le soufre et l'argon.

Classe Q. — Les novae.

La classe Q comprend les novae dans un certain état de leur évolution, entre les nébuleuses planétaires et les étoiles de Wolf-Rayet. Lors de l'apparition d'une nova, son spectre est composé de raies d'absorption de différents éléments. Avant et durant le maximum de brillance, le spectre n'est pas différent de celui d'une supergéante de la classe B, A ou F. Par exemple, pour RR Nova Pictoris 1925, le premier spectre comprenait des raies d'éléments de potentiels d'excitation variant de 0 à 10,4 électron-volts (Al I, Ca I, Fe I, Ti I, Mg I, Sr II, Ca II, Ti II, Zr II, H, Fe II, Mg II, ...). Le spectre d'absorption change comme l'étoile passe au maximum de luminosité, dans le sens qui montre un rapide accroissement d'excitation indiquant que la température a considérablement augmenté (dans certains cas de 10.000° à 100.000° en quelques jours. Après le maximum le spectre change rapidement par l'apparition de raies brillantes; dans Nova Pictoris (Ca I, Mn I, Fe I, Ca II, Sc II, Ti II, H, Fe II, Zr II, He I, ...). Ces raies normales d'émission apparaissent dans l'ordre d'énergie d'excitation avec un spectre de raies d'absorption. Celles-ci s'estompent graduellement tandis que se développent des raies brillantes interdites qui indiquent sans doute une très faible densité; dans Nova Pictoris (Fe II, S II,). De continuels changements se produisent dans le spectre, qui va graduellement vers celui d'une nébuleuse planétaire, en montrant des transitions interdites nébulaires en même temps que de larges bandes brillantes suggèrent une analogie avec les étoiles de Wolf-Rayet (voir § suivant); dans Nova Pictoris (H, He II, N III, O III, Ne III, ...).

Les nombreuses variations observées dans le spectre suggèrent que l'atmosphère de ces étoiles doit être le siège de nombreuses perturbations, qui malgré la complexité doivent cependant suivre une certaine évolution normale. L'observation du développement du spectre a été d'ailleurs l'objet de nombreuses constatations qui ont suggéré des hypothèses logiques sur leur constitution et leur mécanisme. Ainsi, les raies d'absorption sont toujours déplacées de leur position normale vers la partie ultraviolette du spectre. Ces déplacements des différentes raies sont proportionnels à leurs longueurs d'onde et peuvent être interprétés comme des déplacements dus à la vitesse radiale. Les raies d'émission trahissent, par une structure élargie, un état spécial qui permet d'envisager des hypothèses adéquates pour rendre compte des phénomènes observés. Les profils de ces raies révèlent une structure simple (Beals) ou complexe (Genard). Dans le premier cas, la théorie (Beals) indique qu'une expulsion continue de matière hors de l'étoile sous l'effet de la pression de radiation rendrait compte des phénomènes observés. Ces atomes éjectés normalement à la surface auraient, selon cette hypothèse, des vitesses maxima allant de 500 à 3.000 km./sec. suivant les étoiles envisagées. Ces atomes expulsés formeraient une large enveloppe où les bandes d'émission caractéristiques des derniers états de l'évolution auraient leur origine. Ainsi cette atmosphère en expansion donnerait un contour plat à la raie. Cependant, dans certains cas, l'observation de notables variations dans le profil (Nova Cygni 1920, Nova Lacertae 1911, ...) indique une discontinuité dans le phénomène d'expulsion. Quoique l'effet de pression de radiation existe, il semble probable qu'il y a une éjection discontinue de matière.

Bref, l'explosion d'une nova serait une expulsion de gaz de la surface stellaire, soit en une seule enveloppe, soit en un nombre discret d'enveloppes successives.

Gérasimovic a posé récemment les fondements d'une théorie pouvant interpréter les bandes d'émission. Comme nous l'avons vu plus haut, il est possible que les couches entourant l'étoile se meuvent avec une vitesse uniforme; cependant semblable mouvement serait plutôt un cas spécial. Des enveloppes en expansion, avec des vitesses variant avec la distance, — par exemple accélérées ou freinées dans le champ de gravitation-radiation de l'étoile nucléaire — représen-

teraient un cas plus général et d'ailleurs plus probable. D'après cette hypothèse, il a établi une théorie dynamique de l'éjection qui permet de déduire les contours des raies et de les comparer à l'observation. Chandrasekhar a développé récemment cette théorie. Postulant que les atomes sont expulsés continuellement par l'étoile centrale, ceux-ci peuvent être animés de faibles ou de grandes vitesses. Dans le premier cas, ils seront directement repoussés par la force de gravitation. Dans le second processus, ils seront continuellement freinés dans le champ de gravitation de l'étoile; ainsi ils pourront, soit s'échapper du champ avec une vitesse finie, soit après le parcours d'une certaine distance revenir en arrière. Ajoutant l'effet d'occultation[1], les asymétries calculées dans les contours des bandes sont en accord avec les observations. Cependant (Stratton), la présence d'une raie d'absorption sur le côté violet de la bande d'émission peut altérer considérablement cette conclusion et ne permet pas de juger actuellement l'effet de ces deux facteurs.

Dans les novae, il existe donc de grandes difficultés à faire une théorie qui rende compte de tous les phénomènes observés, par suite de la complexité du mécanisme. Cependant, l'hypothèse d'une augmentation rapide de volume et l'éjection d'enveloppes gazeuses au moment du maximum de brillance fournit une explication rationnelle des phénomènes principaux qui accompagnent l'explosion d'une nova. Mais, sur les causes physiques produisant cette explosion, on ne peut encore rien dire avec certitude. Actuellement, les observations (Spencer Jones, Stratton, Adams, Joy, Humason, ...) des novae, telles que Nova Pictoris, Nova Aquilae, Nova Ophuichi, Nova Herculis, permettront de développer et de parfaire les hypothèses sur la composition et la constitution de leurs atmosphères.

Classe O. Les étoiles de Wolf-Rayet.

Les premières sous-classes des étoiles O concernent exclusivement les étoiles de Wolf-Rayet, tandis que les dernières comprennent des étoiles à spectre analogue à celui des étoiles B. Comme nous l'avons indiqué plus haut, le spectre des novae dans ses derniers états d'évolution montre certaines caractéristiques de celui des étoiles de Wolf-Rayet, entre autres la présence de radiations brillantes. D'ailleurs, entre les nébuleuses, les novae dans leurs derniers états, les étoiles de Wolf-Rayet, il y a certaines analogies, dont la principale est que les raies ont leur origine dans une enveloppe entourant l'étoile centrale. Cependant, dans le spectre des étoiles de Wolf-Rayet, toutes les radiations sont dues à des transitions permises, ce qui indique donc une densité plus grande et une radiation plus intense que dans les nébuleuses et les novae.

Les dernières analyses des spectres stellaires (Beals, Payne, Edlén) ont permis d'identifier les raies grâce aux récents travaux de laboratoire sur les spectres d'atomes fortement ionisés (Edlén). Les atomes suivants sont présents (H, He I, He II, C II, C III, C IV, N II à N V, O II à O VI, Al II, Al III, Si II, Si III, Si IV, P III, S II, S III) dont toutes les raies intenses ont été trouvées.

De ces études, on peut tirer quelques conclusions (autres que celles déjà signalées sur la production des raies dans une enveloppe en expansion).

1° Le spectre d'une même étoile contient des raies provenant de trois, ou quelquefois plus, états successifs d'ionisation d'un même atome et il y a un intervalle d'énergie d'excitation de parfois une centaine de volts pour des raies qui se trouvent dans un même spectre. Ce large intervalle dans l'énergie d'excitation du spectre montre que l'on n'a pas affaire à une atmosphère ordinaire, mais essentiellement à une atmosphère stratifiée.

2° L'application de la théorie des Zanstra des nébuleuses planétaires à noyaux (Beals, Payne) fournit des températures minima variant de 30.000° à 100.0000°.

3° Les différences dans l'abondance de différents atomes (Payne, Beals). En effet, on constate que des étoiles de Wolf-Rayet montrent peu ou pas de carbone, d'autres en grande quantité, d'autres de l'azote ou pas. Cette absence des raies d'un élément déterminé ne peut s'expliquer que par une pénurie de celui-ci, car il est tout à fait anormal qu'entre des températures d'une même étoile 30.000° à 100.0000° les spectres par exemple pour le carbone (C II, C III, C IV) n'apparaissent pas, alors que ceux de l'azote et de l'oxygène montrent leurs raies dans plusieurs états d'ionisation. Cependant, cette division en deux séquences parallèles reste un mystère.

Finalement, une étoile de Wolf-Rayet est ana-

1. L' « effet d'occultation » est dû à la partie de l'atmosphère en expansion qui est cachée à l'observateur par l'étoile centrale. Comme on considère une expulsion de matière de l'étoile dans toutes les directions, on doit introduire dans les calculs, les vitesses d'approche et d'éloignement qui, respectivement positives et négatives, déplacent les raies vers le violet et le rouge. Pour les parties de l'atmosphère à gauche et à droite de l'observateur, il existe une symétrie complète. Cependant, à la portion située en face de l'observateur, il correspond la partie opposée qui n'est pas observable. Ceci introduira une asymétrie dans le contour des raies puisque aux vitesses d'approche, il ne correspondra pas de vitesses d'éloignement.

logue à une nébuleuse planétaire par le caractère général du spectre et en diffère par la présence des raies dues toutes à des transitions permises; en outre, elle semble être l'état vers lequel tend l'expansion d'une nova.

Etoiles du type P. Cygni.

En dépit de l'abondance des recherches sur les étoiles du type P. Cygni, le problème n'est pas complètement résolu. Cependant, l'interprétation du spectre des nébuleuses, des novae et des étoiles de Wolf-Rayet d'une part, de celui des étoiles Be ordinaires (voir plus loin) a fait de grands progrès et est résolue d'une manière assez satisfaisante. Le fait que P Cygni est une ancienne nova découverte en 1600 rend le problème intéressant, au point de vue de son évolution et de son mécanisme actuel de production des raies. Des travaux récents de Beals et de Struve donnent un tableau complet de la question.

Le caractère général du spectre consiste dans la présence de raies d'émission de largeur appréciable avec une raie d'absorption sur le côté violet. Ce type de spectre a d'ailleurs été observé par Merrill dans nombre d'étoiles dont P Cygni est la plus brillante et la mieux connue. Les atomes suivants sont présents dans le spectre : l'hydrogène dont les profils relativement aigus des raies suggèrent l'absence d'élargissement d'un champ électrique (effet Stark). Les intensités des raies d'absorption révèlent une classe analogue à B1, mais les raies de C II et de Mg II sont beaucoup trop faibles et celles de S III trop fortes. Les raies de He I ont un caractère dominant dans le spectre; celles de Si III sont aussi fortes, de O II faibles, tandis que Si IV, C III et N III apparaissent seulement en absorption. Le spectre d'émission serait donc proche de B2-B3.

Le caractère « particulier » de ces raies serait explicable d'une manière suffisante par une éjection continue d'atomes de la surface. Pour des étoiles du type P Cygni, l'expulsion sous forme continue (d'ailleurs comme pour les étoiles de Wolf-Rayet) semble suffisamment adéquate pour expliquer les observations. La théorie montre que la largeur de la raie d'émission dépend de la vitesse d'éjection. La raie d'absorption a une origine dans le gaz en mouvement à l'extérieur, entre l'étoile et l'observateur tandis que l'émission représente la radiation intégrale provenant d'atomes qui se trouvent en dehors de la ligne de vision entre l'observateur et la surface stellaire. L'étoile serait entourée par une enveloppe nébulaire en expansion. Celle-ci serait continue avec l'atmosphère stellaire et pourrait s'étendre à une plus grande distance que celle attribuée à l'atmosphère propre d'une étoile. Cet état suggérerait une analogie avec une petite nébuleuse planétaire et permettrait ainsi d'expliquer le mécanisme des raies d'émission et d'absorption. D'ailleurs, des considérations de probabilité font croire que le mécanisme est analogue à celui déjà indiqué pour les nébuleuses à étoile centrale. Le calcul, d'autre part, montre qu'il est extrêmement difficile de rendre compte de l'intensité des plus fortes raies de P Cygni en se basant sur tout autre processus connu. En outre, les faits d'observation suggèrent encore que les raies sont produites par cette voie. D'abord, le décroissement en intensité des raies de la série de Balmer de l'hydrogène sont bien en accord avec la théorie basée sur le mécanisme d'ionisation et de recombinaison. Un second cas, digne d'un plus grand intérêt est celui intéressant les rapports d'intensité relative entre les composantes d'émission et d'absorption. Comme dans les nébuleuses, il est raisonnable d'attribuer à une enveloppe nébulaire entourant une étoile très chaude un certain degré de stratification. Dans la région la plus proche de la surface de l'étoile, la radiation ultraviolette intense serait due au haut degré d'ionisation. Dans la couche la plus extérieure, les atomes seraient soumis à une radiation de plus grande longueur d'onde, puisqu'en ionisant les couches intermédiaires de gaz, une grande partie de la radiation ultraviolette aurait été absorbée. En conséquence, les couches enveloppes intermédiaires contiendraient des atomes à potentiel relativement bas, le niveau général d'excitation croissant lorsqu'on approche de la surface de l'étoile. On peut schématiser l'explication de cet effet de stratification par la figure 1. Celle-ci montre deux enveloppes d'épaisseur optique égale τ avec des diamètres différents. La raie d'absorption déplacée est formée dans la partie ombrée de l'enveloppe entre l'étoile et l'observateur, tandis que la raie d'émission analogue a une origine dans la partie non ombrée de la couche. La partie de l'enveloppe cachée par l'étoile (noire sur la figure) donne l'effet d'occultation de Chandrasekhar. D'après ce que nous avons dit plus haut, d'ailleurs vérifié par des considérations géométriques, il résulte qu'avec l'augmentation du diamètre des couches, la raie d'émission deviendra d'intensité croissante par rapport à celle d'absorption. Cette absorption apparaîtra donc plus forte par rapport à l'émission pour les raies dues à des atomes de hauts potentiels d'ionisation, mais que, pour des atomes légèrement ionisés, l'inverse se produira. Les données numériques sur l'intensité indiquent bien que cette hypothèse est justifiée; par exemple, Si IV,

C III et N III apparaissent seulement en absorption.

Le mécanisme de fluorescence anormale de Bowen pourrait peut-être avoir une importance dans le cas d'étoiles du type P Cygni. Une raie forte à λ 4.396 Å en accord de position avec une raie de O II pourrait être excitée par ce mécanisme, quoique, jusqu'à présent, aucun autre cas de fluorescence n'ait pu être observé.

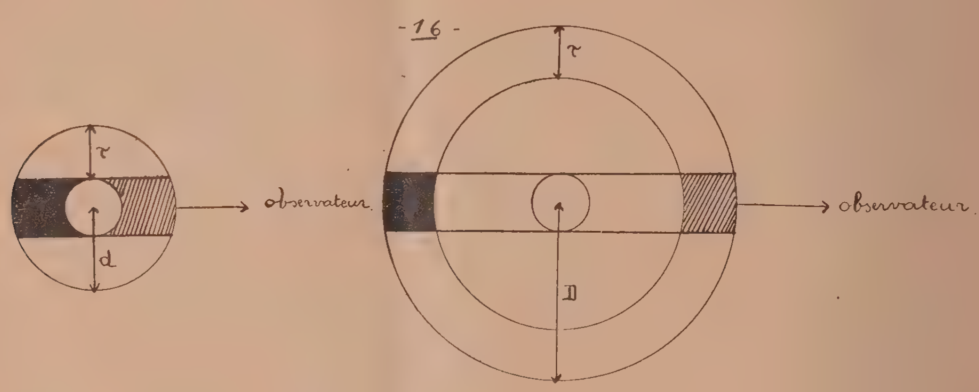


Fig. 1.

Enveloppe de petit diamètre d, émission faible par rapport à l'absorption.

Enveloppe de grand diamètre D, émission forte par rapport à l'absorption.

La tentative d'identification de raies à des transitions interdites n'a donné aucun résultat. Ceci serait en accord avec le fait que la densité dans P Cygni est plus grande que dans les nébuleuses. Signalons ainsi qu'un certain nombre de raies assez intenses reste encore à être identifiées.

En conclusion, P Cygni est une étoile dont le noyau est à une température de 30.000° K située à une distance approximative de 1.000 parsecs du soleil. L'absorption sélective interstellaire réduit sa température de couleur à 6.000° K. Il n'existe aucune raie du spectre provenant d'une couche renversante stationnaire. Les raies d'absorption et d'émission ont une origine dans une enveloppe en expansion. Comme certaines raies n'ont pas encore été identifiées, le problème d'étoiles du type P Cygni n'est pas encore résolu et doit être l'objet de recherches ultérieures.

Etoiles B.

La caractéristique de cette classe (O9 à B9) est la présence de raies d'absorption de la plupart des éléments des deux premières lignes du tableau périodique. Par suite du type spectral avancé (température de l'ordre de 15.000°), tous les éléments sont au premier ou au second état d'ionisation. Les recherches fondamentales (Struve, Marshall) révèlent la présence des éléments suivants : H, He, C, N, O, Mg, Al, Si, P, Cu, Ti, Fe, ... Des contributions moindres (Struve, Menzel, Marshall, Swings, Nicolet, ...) indiquent que C IV, P IV et les gaz rares Ne I, Ne II et A II seraient aussi présents.

Dans certaines étoiles B, on constate aussi la présence de certaines radiations brillantes de H, Fe II, Si II, Se II, Cr II, Ni II (Fe III). Les travaux de Struve conduisent à la conclusion que les raies brillantes proviennent d'une enveloppe ou anneau gazeux, éloigné de la photosphère stellaire. Cet anneau serait en état de rotation, ce qui expliquerait l'élargissement dopplérien des raies d'émission qui pourraient provenir de la recombinaison d'électrons libres avec des ions positifs.

Etoiles A.

Le caractère principal de cette classe est la grande intensité des raies de l'hydrogène qui ont leur maximum d'intensité vers A2. Les raies H et K du calcium ionisé augmentent en intensité avec la décroissance de température. La classe A présente certaines particularités : l'intensité anormalement grande du doublet du silicium λλ 4.128 et 4.131 Å et des raies du strontium λλ 4.077 et 4.216 Å. De même, lorsque les raies métalliques apparaissent très nombreuses, on constate (Morgan) des sous-classes : étoiles à manganèse (α Andromedae), à europium (α² Canum Venaticorum), à chrome (73 Dracenis) et à strontium (γ Equilei).

Etoiles F, G, K.

Avec ces classes, les raies atomiques deviennent de plus en plus nombreuses. Dès F8, les bandes

de CH et CN apparaissent. En GO (soleil), les bandes sont déjà nombreuses. Les étoiles de classe F (Dunham, Albrecht, Roach, Hynck, ...) montrent que le spectre approche graduellement de celui du soleil. La classe K révèle la présence de la plupart des raies et des bandes qui apparaissent dans le soleil, avec prédominance des composés moléculaires. Comme l'allure générale du spectre de ces classes est analogue à celui du soleil, nous donnerons seulement quelques détails pour ce dernier.

Les raies atomiques ont fait l'objet d'un grand nombre de recherches (St John, Russell, Moore, ...). A l'heure actuelle, des quelque 22.000 raies d'absorption comprise entre λ 2.975 Å et λ 10.218 Å et d'intensité Rowland supérieure à — 3, il ne reste plus à interpréter qu'une raie d'intensité 7, 3 d'intensité 5, 5 d'intensité 4, 4 % des 1.000 raies d'intensité 3 et 8 % des 1.600 raies d'intensité 2; en revanche environ 50 % des 1.800 raies d'intensité comprises entre 1 et — 3 ne sont pas encore attribuées avec certitude à un atome ou à une molécule déterminée. Les raies des molécules diatomiques observées dans le disque et les taches ont d'habitude des intensités Rowland inférieures à 2; il est certain qu'un grand nombre de raies solaires non identifiées jusqu'ici sont dues à des molécules. L'obtention aisée de spectres à forte dispersion facilite évidemment les recherches dans le cas du soleil. La distinction entre les raies atomiques et moléculaires est parfois difficile; lorsque la raie n'est pas trop faible, le critère le plus aisé consiste à observer la raie en question dans le spectre d'une tache; par suite du champ magnétique y existant, les raies moléculaires sont sensiblement moins élargies que les raies atomiques; on peut y joindre l'examen des polarisations des raies des taches (en intercalant un nicol et un quart d'onde).

On trouvera dans le tableau I, la liste complète des atomes présents ou absents dans le soleil. Parmi les éléments absents, certains le sont définitivement, d'autres douteux, d'autres possibles mais dont les raies n'apparaissent pas dans la région astronomique.

Les molécules présentes sont : CH, MgH, NH, OH, C_2, CN, SiF, CaH, SiH, AlO, BO, TiO, ZrO (Richardson), AlH (Swings).

Les déterminations d'abondance des différents atomes ont été faites par Russell et Moore. Pour les molécules, on constate que les hydrures sont les plus abondants. La molécule la plus abondante est H_2; mais les bandes susceptibles d'être observées astronomiquement exigent une énergie trop grande pour qu'un nombre suffisant de molécules puissent exister à un tel niveau. OH est bien représenté; les bandes correspondantes sont effectivement observées vers λ 3.000 Å. Les molécules TiO et C_2 sont sensiblement en même nombre. Les bandes de BO et de SiF permettent d'estimer l'abondance du bore et du fluor dans le soleil, renseignement que ne peut fournir l'étude des raies atomiques qui n'apparaissent pas.

Nous ne considérerons pas le spectre de la chromosphère, dont l'examen exigerait de trop longs développements pour le cadre restreint de cette note. Signalons cependant que son étude a fait l'objet d'excellents travaux de Menzel et de Mitchell.

Les spectres moléculaires.

Au début de cette note, nous avons signalé que l'étude des bandes moléculaires dans les spectres stellaires présentait actuellement un grand intérêt. C'est un domaine qui n'a pas encore été complètement exploré, où l'on peut appliquer les énormes progrès qu'a faits depuis quelques années la physique moléculaire. Si on connaît bien théoriquement et par l'observation les étoiles P, O, B, A, F, G, en revanche les données concernant les étoiles K, S, M, R et N commencent seulement à avoir de l'importance. Le grand nombre de mémoires importants parus tout récemment sur

Tableau I

Présent	Absent	Présent	Absent	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A
H			Ne	K		Ni		Rb		Pd		Cs			Tb	W	
He		Na		Ca		Cu		Sr		Ag		Ba		Dy			R
												La					
Li		Mg		Sc		Zn		Y		Cd		Ce			Ho		Os
Be		Al		Ti		Ga		Zr		In		Pr		Er			Ir
B		Si		V		Ge		Nb		Sn		Nd			Tm		Pt
C		P		Cr			As	Mo		Sb			Il	Yb			Au
N		S		Mn			Se		Ms		Te	Sa			Lu		Hg
O			Cl	Fe			Br	Ru			I	Eu		Hf		Tl	
F			A	Co			Kr	Rh			Xe	Gd			Ta	Pb	etc.

ce sujet, indique qu'un grand pas vient d'être franchi.

Lorsqu'on veut examiner l'évolution au sein de la séquence spectrale de l'intensité des bandes d'une molécule déterminée, il faut examiner la variation en fonction de la température et de la gravité de l'atmosphère, du nombre total de molécules contenues dans les couches renversantes. Rosenfeld et Russell ont étudié d'une manière indépendante ce problème. Si, dans les grandes lignes, les méthodes suivies sont analogues, en revanche les hypothèses relatives à la composition des atmosphères stellaires sont différentes. Mais, heureusement les faits caractéristiques se présentant dans la variation du nombre de molécules sont insensibles à des variations assez grandes de la composition de l'étoile.

Les molécules auxquelles on peut appliquer ces considérations théoriques sont évidemment celles qui pourront éventuellement se manifester par leur spectre d'absorption, c'est-à-dire celles qui proviennent d'éléments simples abondants; on rencontrera d'abord les combinaisons d'atomes avec H, O, N, C. En outre, pour des molécules présentes dans l'atmosphère stellaire se manifestent par des bandes d'intensité perceptible, il faut que ces molécules soient en nombre suffisant et que les bandes d'absorption principales se trouvent dans le domaine d'observation astronomique, c'est-à-dire aient des longueurs d'onde supérieures à 3.000 Å.

La séquence principale K-S-M.

La branche principale est considérée comme une séquence d'étoiles à oxygène, c'est-à-dire que la supposition essentielle est que l'oxygène est abondant par rapport au carbone. La classe M est caractérisée par la forte intensité des bandes de TiO qui apparaissent d'abord dans les taches solaires vers 4.500°-5.000°, avec augmentation assez rapide d'intensité avec la diminution de température. La classe S serait, suivant Russell, une branche latérale de la séquence à oxygène, où Zr serait anormalement abondant pour amener les bandes aux intensités observées. Cependant, d'après Rosenfeld, les bandes de ZrO atteignent leur maximum pour des températures plus élevées que pour TiO, et ainsi on peut considérer la classe S non comme une branche distincte, mais simplement comme un ensemble d'étoiles géantes M moins avancées. D'autre part, une étude récente des étoiles S variables (Davis) indique que, dans un certain état de leur phase de variation, les bandes de TiO et de ZrO sont d'égale intensité. Il est donc probable que les deux effets — maximum d'intensité et abondance — devront être envisagés pour interpréter tous les phénomènes observés.

D'autres oxydes sont relativement abondants dans les étoiles de la séquence principale : CO, ScO, AlO, ... Les bandes de ScO ont été observées (Bobrovnikoff) dans une série d'étoiles de type K5 à M3; elles apparaissent vers K5 et augmentent fortement en intensité lorsqu'on va vers des types spectraux plus avancés. Les faits observés s'interprètent théoriquement (Swings). La discussion théorique sur l'abondance de AlO, CrO, VO et MnO (Swings) indique que ces molécules ont les mêmes propriétés astrophysiques, mais qu'un facteur de probabilité doit intervenir pour expliquer les observations. La présence des combinaisons hydrogénées OH, NH, MgH, CaH, ... est aussi interprétée théoriquement.

A basse température, le nombre de molécules C_2 diminue rapidement et devient extrêmement faible. Ceci résulte du fait, que par suite de la présence d'un excès d'oxygène, la formation de l'oxyde stable CO domine, dans les étoiles S-M, les variations d'équilibre de tous les composés carbonés. Le calcul montre que, pour que les molécules C_2 puissent subsister à d'aussi basses températures, il faudrait que le carbone soit en excès considérable par rapport à l'oxygène, mais dans ce cas, aucun oxyde ne serait présent. On comprend donc pourquoi on a trouvé que, dans les étoiles de températures suffisamment basses, les molécules TiO et C_2 s'excluent mutuellement. On constate que pour le type K3 où commence à se manifester la séparation en deux branches K3-S-M et K3-R-N le nombre de molécules C_2 est encore sensiblement égal au nombre de molécules TiO pour les étoiles de composition analogue au soleil. Ce n'est que pour les étoiles de branche M et de température plus basse qu'en K3 que la pénurie en C_2 commence à se manifester d'une façon nette et va en augmentant lorsque la température diminue.

La variation calculée du nombre de molécules CN correspond bien aux phénomènes observés. On voit que les bandes de CN atteignent leur maximum entre G5 et K5 et diminuent fortement vers les types F et M. Les bandes de CH atteignent leur maximum à une température légèrement supérieure à celles de CN.

Branche carbonée R-N.

Pour que les bandes de C_2 apparaissent fortement dans les étoiles (ce qui est le cas pour la branche R-N), il est nécessaire d'intervertir les

abondances admises pour C et O dans les étoiles K-M. Le calcul basé sur cette hypothèse rend compte des phénomènes observés, savoir :

1° Le raccordement continu de la branche R-N avec la branche principale, en K3;

2° L'intensité considérable des bandes de CN;

3° L'intensité maximum des bandes de CN vers R8;

4° L'intensité maximum des bandes de CH vers R2-R5;

5° L'évolution irrégulière des bandes de Swan (C_2).

On peut conclure que les variations d'intensité des bandes moléculaires dans les spectres stellaires peuvent être interprétées théoriquement, en admettant une composition chimique des atmosphères, uniforme, d'une part pour les étoiles de la séquence K-S-M, d'autre part pour les étoiles R-N, les deux branches différant seulement par le rapport en oxygène et carbone. D'ailleurs, dans les étoiles B, A, F (Struve, Morgan) des différences de concentration relatives en différents éléments sont possibles. Dans les étoiles de Wolf-Rayet (Payne, Beals), on constate aussi des abondances très différentes en carbone et oxygène. Donc, il semble vraisemblable que la subdivision en étoiles à oxygène abondant et à oxygène rare existe dans toute la séquence spectrale sans donner lieu, dans les étoiles intermédiaires B, A, F, G, à de grandes différences.

***

Quoique les études des spectres aient fait des progrès considérables ces dernières années, le champ ouvert aux investigations est encore énorme. La partie ultraviolette du spectre, de longueurs d'onde inférieures à λ 3.600 Å n'a pas encore été explorée (sauf pour le soleil). Son étude, qui serait quasi impossible avec des télescopes à miroirs argentés, devra être entreprise à l'aide de télescopes aluminisés beaucoup plus lumineux. Cependant cette recherche ne sera permise que jusque vers 3.000 Å, car la présence des fortes bandes d'absorption de l'ozone de la haute atmosphère masquera les raies stellaires. L'étude de la partie rouge du spectre au delà de 5.000 Å, surtout pour les étoiles froides, devra être poursuivie. D'ailleurs, les récents travaux de Merrill, Ohman, Roach, ont déjà donné quelques résultats intéressants. Mais, comme l'analyse spectrale des étoiles dépend toujours des recherches de laboratoire, l'étude des spectres de certains atomes et molécules doit fournir des données nouvelles qui permettront d'interpréter les raies ou bandes qui sont encore inconnues.

Il est un domaine de l'astrophysique dans lequel les recherches actuelles sont très actives, c'est celui de la spectrophotométrie. De nombreux travaux théoriques et d'observations (Stewart, Pannekoek, Struve, Elvey, Unsöld, Minnaert, Plaskett, Voight, Rosseland, Van der Riet Woolley, Thackeray, ...) ont déjà apporté d'importants résultats. On sait que l'aile du contour d'une raie d'absorption est due à des effets Doppler thermiques et à des effets de collisions entre atomes. Sur cette base, Voight a introduit un « coefficient de dispersion », que Minnaert a appliqué aux éléments les plus abondants dans les astres, pour calculer les contours des raies et leur absorption totale par unité d'aire par rapport au fond continu. D'autre part, on a montré que l'absorption totale semble varier comme la racine carrée du nombre d'atomes absorbants. Cependant, lorsque le nombre d'atomes est vraiment faible, l'absorption totale est plus directement proportionnelle au nombre d'atomes lui-même. Dans le cas d'atomes peu nombreux, la largeur des raies est surtout fonction de l'effet Doppler, tandis qu'avec un grand nombre d'atomes, l'effet de collision est le premier facteur. Nous signalerons aussi l'importante découverte de Struve, que le gradient d'intensité pour les raies d'un même multiplet n'est pas identique pour des étoiles différentes; l'étude de Struve et Elvey d'un effet possible de turbulence au sein d'une atmosphère stellaire, la rotation des étoiles discutée par plusieurs auteurs spécialement par Struve-Shajn et Carroll qui ont imaginé des méthodes pour séparer son effet des autres causes d'élargissement des raies.

Bref, il existe encore en astrophysique de nombreux problèmes intéressants à résoudre, tant au point de vue théorique qu'au point de vue observations et recherches de laboratoire, et leurs solutions exigeront probablement de nombreuses applications et de nouvelles extensions des théories de la Physique moderne.

M. Nicolet,
Institut d'Astrophysique de l'Université de Liége
(Belgique).

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences physiques.

Bouasse (H.). — **Optique et Photométrie dites géométriques.** — 1 *vol. gr. in-8° de 620 p. Delagrave.* 1934 (*Prix : 70 fr.*),

M. Bouasse continue avec une énergie inlassable la tâche qu'il s'est assignée. Son cours de physique, qui occupait initialement 6 volumes d'étendue modérée, a atteint, au cours des éditions ultérieures, le total de 40 gros volumes. Et il ne semble pas que la limite de cette œuvre gigantesque soit près d'être atteinte.

Le livre qui vient de paraître sous le titre ci-dessus est la réédition de l'ouvrage publié en 1917 et intitulé alors *Optique géométrique élémentaire*. Il sera vraisemblablement suivi de plusieurs autres. Le nombre de pages a sensiblement doublé (620 pages au lieu de 330), bien que le plan général et la présentation soient restés les mêmes. Les sujets les plus importants qui sont successivement traités sont les miroirs et dioptres plans et sphériques, ainsi que leurs diverses combinaisons : l'achromatisme et la photométrie. Quelques modifications ont été introduites dans l'ordre adopté : c'est ainsi que l'étude de la correspondance homographique est faite au début et non au cours de l'exposé. Quelques développements nouveaux (par exemple un chapitre sur les coordonnées linéaires de Lagrange et les formules de Cotes) ont été introduits. Enfin la rédaction a été modifiée sur bien des points de détail.

Le lecteur habitué à la manière de M. Bouasse ne se trouvera pas dépaysé. Il trouvera dans le nouveau livre, comme dans les précédents, une accumulation de renseignements précieux dont la richesse a été rarement égalée. Par contre l'étudiant désireux de s'instruire, qui entreprendrait la lecture systématique de l'ouvrage, risquerait peut-être de se décourager devant l'énormité de la besogne. Les œuvres de M. Bouasse tendent de plus en plus à devenir des ouvrages de documentation plutôt que des ouvrages d'enseignement proprement dits : l'avenir seul dira si cette évolution a plus d'avantages que d'inconvénients. Nous ne pouvons pour l'instant qu'admirer l'effort accompli et lui souhaiter autant d'efficacité que dans le passé.

Il va sans dire que, conformément à un dessein maintes fois affirmé, M. Bouasse s'abstient de toute indication bibliographique. D'autre part on ne relira pas sans être frappé de sa verve et de son robuste bon sens la préface sur le système Taylor : elle montre d'une manière éclatante que M. Bouasse ne perd pas de vue l'éducation plus que l'instruction.

E. B.

***

Cahn. — **Analyse des mécanismes chimiques chez les êtres vivants.** — *Actualités scientifiques et industrielles.* — *1 vol. de 23 p. Hermann et Cie, éditeurs. Paris,* 1934 (*Prix : 8 fr.*).

On ne peut étudier correctement le métabolisme d'une substance en faisant tout à fait abstraction des autres substances présentes dans l'organisme. La synthèse des molécules dans les êtres vivants est accompagnée de potentialisation qui ne se peut comprendre que par la dégradation d'une autre partie de matière chimiquement liée à la première. Pratiquement il est pourtant nécessaire pour l'étude de séparer arbitrairement les processus.

L'amidon n'est dégradé en maltose par le ferment qu'est l'amylase qu'en présence d'un coferment, par exemple l'acide chlorhydrique. Les trois corps forment un complexe qui se dégrade. Mais le coferment est parfois organique et se détruit partiellement au moins pendant la dégradation. Il doit donc être en proportion assez considérable, sa « resynthèse » demandant un certain temps ainsi que celle du complexe. L'auteur se propose de mettre en lumière l'importance de la recherche chimique de ces coferments pour aborder l'étude des métabolismes, car en général on ne peut pas doser le ferment proprement dit. Dans le tissu musculaire le glycogène est dégradé en acide lactique. Mais cette opération exige la présence d'au moins trois coferments, les phosphates, un sel de magnésium et l'acide adényl-pyrophosphorique, et peut-être d'un quatrième l'acide créatine-phosphorique. Ces coferments se trouvent dans les muscles striés en proportion importante. Or dans les muscles du cœur on n'en trouve que des quantités infimes ce qui correspond au fait que la dégradation du glycogène ne constitue pas le processus fondamental de l'activité du myocarde. De même la faible concentration de ces coferments dans le foie correspond au fait que dans cet organe le glycogène est dégradé en glucose mais non en acide lactique.

Les vitamines et les hormones agiraient comme des coferments. Dans deux espèces différentes deux tissus homologues se ressemblent autant par leur composition que par leur structure d'où l'importance de l'étude de la composition des tissus.

J. MARTINET,
Docteur ès Sciences physiques.

***

Davey (Wheeler P.). — **A study of Crystal Structure and its Applications.** — *1 vol. in-8° de 695 p., de la Collection* « International Series in Physics ».

McGraw-Hill Book Company, New-York et Londres, 1934 (*Prix :* 45 *sh.*).

Cet ouvrage résulte d'un enseignement prolongé donné par l'auteur sur la structure cristalline au Collège d'Etat de Pensylvanie. Il est destiné en principe aux étudiants et aux ingénieurs qui se proposent de se livrer à des recherches ou à des applications relatives à la structure cristalline telle que la révèlent les rayons X. On peut le diviser en trois parties principales.

Dans la première, sont développées les généralités sur l'étude de la structure cristalline par les méthodes de Von Laue, de Bragg, du cristal tournant, des poudres cristallines, etc., ainsi que certains résultats cristallographiques particulièrement simples. La seconde partie, notablement plus difficile, expose la théorie des groupes ponctuels et spatiaux telle qu'elle résulte des travaux de Schoenflies et de ses continuateurs. A cette partie se rattache aussi l'étude du facteur de structure et de ses applications. La troisième partie enfin est consacrée à quelques-unes des applications pratiques si nombreuses des méthodes précédentes : croissance des cristaux, énergie des réseaux cristallins, étude des substances amorphes, orientations cristallines, solutions solides, résultats chimiques, etc. Un grand nombre de laboratoires scientifiques et industriels étendent chaque jour davantage le champ de ces applications. Le livre se termine par quelques appendices dont les principaux sont consacrés à la description de l'appareillage pour rayons X, et à l'assemblage des tables de symboles et de notations structurales qui interviennent dans l'analyse cristalline.

L'ouvrage est très approfondi sur beaucoup de points et il rendra assurément des services aux lecteurs français qui ne possèdent guère sur ce sujet que la belle monographie de M. Manguin, malheureusement déjà un peu ancienne. Peut-être faut-il cependant reprocher à l'auteur d'avoir négligé un peu trop les interprétations récentes fondées sur la mécanique quantique. On peut constater aussi quelques oublis de détail, bien naturels et fort excusables dans un travail de cette importance : il est difficile de concevoir qu'un seul physicien soit au courant de tous les progrès techniques récents dans un domaine aussi vaste. Un des points qui paraîtront les plus critiquables est la volonté nettement affirmée (p. 239) de ne pas utiliser la nouvelle notation internationale proposée en 1930 pour remplacer celle de Schoenflies. Quoi qu'il en soit la documentation sur la plupart des questions est assez riche et assez complète pour donner, dans l'ensemble, toute satisfaction. Mais l'exposé paraîtra un peu lourd pour les étudiants, qui aspirent avant tout à la simplicité et à la clarté.

E. B.

2° Sciences naturelles.

Tamiya (Hiroshi), *membre de l'Institut biologique de Tokugawa.* — **Le bilan matériel et l'énergétique des synthèses biologiques.** — *Exposés de Biologie. Actualités scientifiques et industrielles, n°* 214, *Hermann et Cie, éditeurs, Paris*, 1935 (*Prix :* 10 *fr.*).

La croissance, c'est-à-dire la formation de parties nouvelles dans des organismes, est un processus vital qui peut être comparé avec la construction d'un bâtiment; cette construction nécessite du matériel et un apport d'énergie. Pour un organisme, on peut se demander quelle est la quantité de matériel nécessaire pour la formation d'une quantité déterminée d'organisme, quel est l'ordre de grandeur des déchets et quelle est l'énergie nécessaire à la croissance. L'auteur a étudié ces questions en cultivant l'*Aspergillus oryzae*, aérobie, sur un milieu défini ayant un sel d'ammonium comme source azotée, et le glucose (ou d'autres composés) comme source carbonée. Le déchet est constitué uniquement par de l'acide carbonique et peut-être de l'eau.

Pour qu'un organisme reste en vie, il doit maintenir, qu'il y ait croissance ou non, une certaine activité d'entretien; il y a donc une *respiration d'entretien*, à laquelle s'ajoute dans le cas de croissance une *respiration de croissance*; la quantité totale de la source ternaire disparue est donc la somme de ces deux respirations plus la fraction utilisée pour la construction de la moisissure. Le rendement des produits de synthèse par rapport à l'énergie libérée par la respiration dépend d'une part de la nature du produit brûlé et d'autre part du degré de perfection de l'organisation cellulaire; aussi comme celle-ci varie avec l'âge, l'organisme pour construire une même quantité de substance organique, dépensera d'autant plus d'énergie qu'il est plus vieux (respiration de construction); la respiration d'entretien, au contraire, diminue progressivement avec l'âge de la moisissure. Aussi il n'y a plus lieu de s'étonner de l'absence d'un parallélisme simple entre le rendement de la croissance et l'énergie contenue dans l'aliment ternaire; en effet les coefficients de Pfeffer, de Rubner et de Terroine, qui cherchent à formuler le rendement matériel en établissant les rapports de poids ou d'énergie entre la quantité de moisissure formée et la source ternaire utilisée, varient notablement en fonction de l'âge, c'est-à-dire lorsque varie l'organisation cellulaire. C'est là qu'apparaît la différence essentielle entre les synthèses chimiques et biologiques; les premières se réalisent en milieu homogène relativement simple; les secondes dans un milieu d'une grande hétérogénéité; la réalisation des synthèses dans un milieu se composant d'un grand nombre de phases, comme le constitue la cellule, nécessite un apport considérable d'énergie, dont la seule source possible, en fin de compte, se trouve dans la respiration, qu'elle soit aérobie ou anaérobie : la croissance, par une liaison primaire et inéluctable, est couplée obligatoirement avec la respiration.

L. Cuénot,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4 Février 1935 (suite).

SCIENCES NATURELLES. — M. **V. Babet** : *Les premiers Mollusques fossiles recueillis en Afrique équatoriale française, dans les formations du bassin intérieur du Congo.* La roche fossilifère appartient au grès de Kounzoulou, sur le bord du Congo, à une centaine de kilomètres au nord-est de Brazzaville. Ce grès, à grains de quartz plus ou moins arrondis et réunis par un ciment siliceux, est rempli de Gastropodes qui ont été rapprochés du genre *Melania*, et qui sont des formations d'eau douce. Ce fossile n'apporte pas d'indications précises d'âge; les échantillons examinés sembleraient se rapporter au tertiaire. — MM. **Joseph Blayac**, **Rodolphe Bohm** et **Gaston Delépine** : *Sur l'âge de l'horizon à lydiennes de la base du Carbonifère de la Montagne-Noire.* L'horizon à lydiennes de la base du Carbonifère de la Montagne-Noire se place à la partie la plus inférieure du Viséen, comme le prouve l'étude de la faune de Goniatites. Cette faune comprend trois espèces certaines, connues seulement au Viséen, et trois autres existant déjà au Tournaisien supérieur. L'horizon à lydiennes étudié correspond probablement à celui des calcaires à *Productus sublaevis* et des calcaires noirs de Cinant, Denée et Bachant, qui, en Ardenne, forment la base de cet étage. — M. **Albert Robaux** : *Sur la présence du Crétacé supérieur à la base de la série du Flysch du Sud de la province de Cadix.* — M. **E. Fournier** : *Sur l'expérience à la fluorescéine au gouffre du Paradis* 20 kg. de fluorescéine furent déversés cet été, dans le gouffre de Paradis, qui est un des plus importants abîmes de la zone tectonique des Grands Plateaux du Jura dubisien. Le résultat de l'examen des résurgences, fait à l'œil nu ou au fluorescope, confirment les prévisions de l'auteur relatives à ces résurgences, et à l'anastomose des réseaux souterrains du *Paradis*, du *Leubot* et de la *Belle Louise*. Les résurgences étant multiples, il serait bien difficile d'utiliser comme réservoirs les cavités souterraines de ces réseaux, bien qu'elles aient une capacité considérable. La très grande variabilité des débits ferait aussi obstacle à leur utilisation éventuelle A noter qu'il serait préférable d'employer des quantités beaucoup plus considérables de matière colorante. — M. **Jean Cuvillier** : *Répartition et valeur stratigraphique de* Nummulites uroniensis *A. Heim (de la Harpe) en Egypte et dans le bassin méditerranéen.* — MM. **Fron** et **Monchot** : *Influence de certains dérivés de la quinoléine sur la végétation.* Le sulfate neutre d'ortho-oxyquinoléine apporté en proportion convenable dans le sol entrave l'évolution des champignons susceptibles de s'y trouver et ne nuit pas à la fertilité de ce sol, étant même capable d'activer la prolifération des azotobacters contenus. — M. **Aron Polack** : *Inconvenient du didyme dans les verres de lunettes.* On incorpore depuis quelque temps dans les verres de lunettes un sous-produit de l'extraction du thorium : le didyme. Or les verres au didyme absorbent les radiations jaunes, ce qui, comme l'auteur le démontre dans la dite Note, modifie défavorablement les conditions de la vision distincte. De tels verres ne doivent donc pas être employés comme verres de lunettes. Le fait que, par leur teneur en cérium, ils absorbent également les rayons ultra-violets ne saurait justifier cet emploi, car, si l'affaiblissement du jaune est un inconvénient évident, l'utilité d'éliminer l'ultra-violet, dans les circonstances habituelles de la vision, n'est rien moins que démontrée. — M. **Yves le Grand** : *Sur la mesure de l'acuité visuelle au moyen de franges d'interférence.* Pour les éclairements et contrastes élevés, l'acuité visuelle se confond avec le pouvoir séparateur de la rétine, qui est de l'ordre de la minute. Aux éclairements ou contrastes faibles, les imperfections de l'œil provoquent une baisse de l'acuité visuelle plus rapide que celle du pouvoir séparateur de la rétine. La finesse de la vision serait donc limitée par la structure de la rétine lorsqu'on regarde des objets fortement éclairés et bien contrastés, et par l'optique de l'œil dans les autres cas. — M. **A. Dorier** : *Sur le passage à la vie latente des larves de Gordiacés.* Le prétendu sac intestinal des larves de Gordiacés est en réalité un appareil sécréteur qui, se vide de son contenu au moment où l'animal quitte la vie active pour passer en vie latente. Les différences de comportement présentées par les larves étudiées pourraient fort bien être en relation étroite avec la nature et les propriétés spéciales du produit de sécrétion qui dans un cas (*G. aquaticus*) durcit lentement sous l'action de l'eau et permet l'enkystement de la larve, alors que dans d'autres cas (*P. gemmatus*, *P. violaceus*) il se coagule instantanément au contact de l'eau et prend la forme de longs filaments paraissant avoir pour effet de retenir l'animal au substratum. — M. **Henri Heim de Balsac** : *La ligne de démarcation entre faunes berbère et saharienne en Afrique du Nord. Son déterminisme écologique.* En ce qui concerne les Oiseaux, il est possible de dresser une ligne de démarcation d'une étonnante précision, entre les faunes berbère et saharienne. Cette ligne ne coïncide nullement avec la limite géographique du Sahara. Elle ne correspond pas davantage à une ligne de démarcation entre les associations végétales sahariennes et berbères. Par contre on remarque une coïncidence à peu près parfaite de cette limite avec les limites de la zone où il tombe une moyenne annuelle de 100 à 200 mm. de pluie. On peut dire que l'isohyète 200 constitue un seuil que les oiseaux sahariens ne franchissent pas. — MM. **James Basset**, **Michel Macheboeuf** et **Jean-Jacques Pérez** : *Etudes sur les effets biologiques des ultra-pressions. Modification de la spécificité antigénique des sérums sous l'influence des pressions très élevées.* La spécificité anaphylactisante comme la spécificité immunisante peut être modifiée par des pressions suffisantes et comme l'action des pressions ne modifie pas d'une façon

décelable les groupements polaires acides et basiques des protéides, il semble probable que la spécificité dépende d'autre chose que de ces groupements polaires. D'après les auteurs elle dépendrait de l'arrangement spatial des chaînons constitutifs des molécules protéidiques ou des complexes divers qui entrent dans la constitution du sérum. — M. **Michel Faguet** : *Etude photométrique de la multiplication microbienne.* Pour apprécier la multiplication microbienne l'auteur a mesuré l'augmentation du pouvoir diffusant d'une culture, lors de son développement. Cette mesure du pouvoir diffusant semble devoir donner des indications assez précises sur la quantité de microbes en suspension dans une culture. La méthode écrite dans cette Note présente un intérêt certain, parce qu'à chaque souche microbienne donnée, correspond un développement et un graphique différent et caractéristique.

Séance du 11 Février 1935.

M. **Ch. Poisson** est élu correspondant pour la Section de Botanique, en remplacement de M. W. M Davis, décédé.

1° Sciences mathématiques. — M. **E. J. Gumbel** : *Les mièmes valeurs extrêmes et le logarithme du nombre d'observations.* — MM. **O. Onicescu** et **G. Mihoc** : *Sur les chaînes de variables statistiques.* — M. **D. Perepelkine** : *Sur la transformation conforme et la courbure riemanienne normale intrinsèque d'une V_m dans V_n.* — M. **S. Rossinski** : *Déformation d'une congruence rectiligne avec conservation des surfaces réglées principales.* — M. **M. Janet** : *Deux théorèmes sur les relations entre expressions différentielles linéaires.* — M. **André Weil** : *Démonstration topologique d'un théorème fondamental de Cartan.* — M. **G. Valiron** : *Sur les systèmes de fonctions entières.* — M. **A. Rauch** : *Sur l'allure des algébroïdes entières dans les chemins de de détermination infinie.* — M. **H. Poncin** : *Sur les configurations hydrodynamiques stables qui comportent des surfaces de discontinuité pour les densités.* — M. **D. Belorizky** : *Changement remarquable de la vitesse radiale de l'étoile nouvelle d'Hercule.* Du 17 au 27 janvier, la vitesse radiale déterminée d'après les spectres a augmenté de 230 km./sec. Comme une pareille accélération nécessiterait des masses énormes au voisinage de l'étoile, qu'on n'a pas remarquées, il est très probable qu'on mesure la vitesse radiale de gaz éruptifs, analogues aux protubérances solaires. — Mlle **M.-A. Baudot** : *Généralisation de l'équation de continuité et du théorème de Liouville à un espace de fonctions d'ondes* (Ψ).

2° Sciences physiques. — M. **P. Renaud** : *Sur une généralisation du principe de symétrie de Curie.* L'auteur présente cette généralisation sous la forme suivante : « Si un ensemble de causes est invariant par rapport à une transformation quelconque, l'ensemble de leurs effets est invariant par rapport à la même transformation ». Il transforme d'autre part le principe, jusqu'ici statique, en principe d'évolution : « Si un système isolé évolue de telle sorte que toutes les causes de son évolution soient primitivement contenues en lui, la quantité de transformations par rapport auxquelles il est invariant ne peut que croître ». — M. **J. Cayrel** : *Energétiques comparées d'un système de deux courants et du système des feuillets équivalents.* — MM. **W. Uyterhoeven** et **C. Verburg** : *Effet superficiel (skin effect) dans la colonne positive d'une décharge Na-Ne.* Les auteurs montrent que l'introduction de faibles quantités d'un élément ionisé facilement (Na) augmente le gradient de la décharge dans un gaz ionisé difficilement (Ne). La décharge passe sous forme d'une gaine le long de la paroi du tube, au lieu de se concentrer dans l'axe, à cause de l'introduction des atomes facilement ionisables. — M. **R. Planiol** : *Dispositif de production d'ions dans un vide élevé.* On fait croiser à angle droit un faisceau d'électrons de vitesse connue avec un jet moléculaire du corps dont on veut obtenir les ions. En créant un faible champ électrique perpendiculaire, les ions produits s'éloignent sans nouvelle collision suivant les lignes de force du champ. — MM. **G. Jouravsky**, **P. Charczenko** et **G. Choubert** : *Sur le magnétisme rémanent induit des roches éruptives.* Le magnétisme rémanent induit est une fonction additive des constituants minéralogiques de la roche, et l'influence sur ce phénomène de la fraction non attirable est considérable par rapport à sa susceptibilité. — MM. **A. Michel-Lévy** et **H. Muraour** : *Sur une source de lumière d'intensité exceptionnelle et de très faible durée.* Les auteurs signalent l'intensité et la brièveté remarquable du phénomène lumineux obtenu en faisant détoner dans l'argon une quantité très faible (0,4 cm^3) d'un explosif liquide, mélange à combustion complète de tétranitrométhane et de toluène, placé dans la rainure circulaire d'un bloc métallique. — M. **F. Vlès** : *Sur une propriété spectrale des électrolytes en solution.* Il semble que certains éléments du spectre infra-rouge soient susceptibles de donner une représentation partiellement superposable à celle que présentent les courbes d'effet-tampon, lesquelles fournissent, comme on sait, à partir de propriétés purement électrolytiques, les pK, les points d'équivalence, les points isoélectriques, etc. — MM. **N. Marinesco** et **M. Reggiani** : *Impression des plaques photographiques par les ultra-sons.* L'action directe des ultrasons sur les plaques au gélatino-bromure d'argent exemptes de toute image latente se traduit sous la forme d'un beau système d'ondes stationnaires, souvent légèrement déformé par le régime plus ou moins tourbillonnaire des ultrasons. Cette action photochimique s'explique sans doute grâce à un processus d'activation par choc entre les molécules du sel d'argent. — Mlle **Suz. Veil** : *Sur la gélatine évoluée dans le champ électrique.* La gélatine évoluée, c'est-à-dire ayant perdu sa conductivité sous l'action d'un champ électrique, la récupère d'abord partiellement sous l'influence d'un champ inverse, puis retourne finalement à l'état diélectrique. — Mlle **C. Stora** : *Caractère non saturé des matières colorantes et phénomène photovoltaïque.* L'auteur montre que les auxochromes semblent ne pas intervenir dans le phénomène photovoltaïque. — M. **P. Carré** : *Les mobilités relatives des radicaux alcoyles primaires normaux, de C^1 à C^{16}, dans leurs chlorosulfites.* Ces mobilités varient dans le même sens de C^1 à C^7 seulement ; de C^8 à C^{15}, elles deviennent notablement inférieures à celles

de C^7, en présentant l'alternance paire-impaire. — M. **P. Trunel** : *Moments électriques permanents de quelques chlorosulfites d'alcoyle.* Ces moments ne diffèrent guère à la même température ; la structure des chlorosulfites d'alcoyle primaire reste donc toujours identique à elle-même. — M. **M. Lesbre** : *Action des iodures d'alcoyle sur les plombites alcalins.* Les iodures d'alcoyle peuvent réagir directement sur les plombites alcalins en donnant naissance aux acides plomboniques correspondants RPbO.OH, poudres amorphes, infusibles. Ils se dissolvent dans les hydracides dilués en donnant des composés jaunes trihalogénés $RPbX^3$. — M. **A. Willemart** : *Contribution à l'étude de l'obtention d'hydrocarbures colorés du type rubène.* L'introduction d'un groupement tertiobutyle en R^2 ne favorise pas l'obtention d hydrocarbure coloré du type rubène. — M. **Pan Tcheng Kao** : *Sur un phénomène offert en lumière polarisée par le quartz en vibration.* Il s'agit de l'apparition de zones lumineuses colorées, dont la coloration dépend du mode de vibration du quartz. — MM. **Ny Tsi-Ze** et **Tsien Ling-Chao** : *Oscillations du cylindre creux de quartz.* Un cylindre creux en quartz, dont l'axe est parallèle à l'axe optique du cristal, peut être mis en vibration dans un circuit électrique comme une lame piézo-électrique. Ces vibrations sont de 4 modes : transversale radiale, transversale circulaire, longitudinale et tournantes. — M. **L. Royer** : *De l'orientation des chlorure et bromure de plomb par le mica muscovite.* $Pb\,Cl^2$ et $Pb\,Br^2$ se déposent en cristaux orientaux orientés sur une lame de mica. Le plan g^1 (010) de $Pb\,Cl^2$ coïncide avec le plan p (001) du mica ; en plus la rangée [001] de $Pb\,Cl^2$ a même direction que l'une des rangées [010], [310], [$3\bar{1}0$] du mica. $Pb\,Br^2$ se dépose en cristaux à contours hexagonaux sur le mica ; l'un des côtés de l'hexagone a même direction que la rangée [010] du mica.

3° SCIENCES NATURELLES. — Mlle **Y. Boisse de Black** : *Données nouvelles sur la constitution du Puy Violent, volcan autonome du Cantal.* — MM. **G. Dubar** et **D. Le Maître** : *Sur la présence de Solénoporés et de Spongiomorphides dans le Lias du Maroc.* — M. **Jean Legrand** : *Sur l'utilisation des observations du niveau moyen des mers en vue de la recherche des cycles climatériques.* On peut supposer que le niveau des mers n'est pas nécessairement constant, l'équilibre entre l'apport d'eau et l'évaporation pourrait n'être pas réalisé exactement chaque année. La mer se comporte comporte comme un vaste pluviomètre et les variations de de son niveau moyen doivent permettre de rechercher les cycles climatiques. Il semble qu'il y ait une cause commune aux précipitations d'origine atlantique, cause soumise à des variations périodiques. — M. **Pierre Gavaudan**, Mme **Noélie Gavaudan** et M. **Marcel Pelletier** : *Sur l'évolution et la signification des appareils nucléolaires dans la caryocinose somatique de quelques Angiospermes.* Les résultats consignés dans cette Note ont été obtenus sur les méristèmes radiculaires de *Phaseolus vulgaris* et *Æsculus hippocastanum*, fixés principalement par les liquides de Bouin-Hollande et de Helly. On peut fort bien admettre que le nucléole, après avoir contribué à la maturation des chromosomes puisse se répartir entre les noyaux fils par une division plus ou moins équationnelle, soit dissous dans la substance fusoriale, soit sous forme figurée selon les cas. Mais il ne faut pas perdre de vue que les chromosomes contribuent à la reconstitution des nucléoles et que, d'autre part le micronucléole et accessoirement des sphères polaires nucléolaires sont expulsés dans le cytoplasme. Le phénomène de division nucléolaire, sans doute fréquent dans de nombreuses familles d'Angiospermes n'est pas constant dans toutes les divisions. — M. **Raoul Combe** : *Etude biochimique de la fleur. La nutrition minérale de la corolle.* Les résultats exposés sont relatifs aux corolles de *Lilium croceum.* Les pétales reçoivent des matières minérales d'une façon continue jusqu'au stade de l'épanouissement, mais, à partir de ce stade, contrairement aux conclusions de S. Ivanov, ils en perdent des quantités appréciables. Si le tissu de la corolle s'enrichit alors en minéraux, c'est qu'il perd sa matière organique plus vite encore qu'il ne perd sa matière minérale. Le mouvement des minéraux apparaît donc très comparable chez les feuilles et chez les pétales : dans les deux cas il y a d'abord migration vers ces organes, puis changement de sens et migration dans la direction opposée. Ce qui distingue surtout les pétales c'est la rapidité avec laquelle se fait le changement de sens. — MM. **Henri Lagatu** et **Louis Maume** : *Diagnostic foliaire du Tabac : influence comparée des scories de déphosphoration, du superphosphate et du basiphosphate sur l'équilibre NPK.* Les feuilles de rangs différents ont toujours des équilibres physiologiques différents, les feuilles les plus âgées étant toujours moins riches en azote et en acide phosphorique, plus riches en potasse que les feuilles plus jeunes. Les trois formes d'engrais essayées se sont peu distinguées l'une de l'autre au point de vue de l'assimilation de l'acide phosphorique, mais ont montré une action très différente sur l'alimentation azotée de la feuille. Le mode d'alimentation normale du Tabac est analogue à celui de la Pomme de terre. — M. **Marc Simonet** : *Synthèse expérimentale des* Iris intermédiaires. L'origine des *Iris intermédiaires* est inconnue, mais par leurs caractères morphologiques et caryologiques ils s'apparentent à la fois aux *I. chamaeiris* et aux *I. macrantha.* Leur garniture chromosomique est $2n = 44$. Les méioses de ces Iris sont irrégulières ; à la métaphase hétérotypique on compte 16 chromosomes bivalents et 12 éléments univalents. Ils sont stériles. Les *Iris intermédiaires* ont pu être exactement reproduits en hybridant *I. macrantha* ($n = 24$) et *I. chamaeiris* ($n = 20$). — M. **Joseph Meierhans** : *Le canal pneumatique et la vessie natatoire des Poissons physostomes.* Lors d'une décompression, la vessie natatoire des Poissons Physostomes se vide par son canal pneumatique. La ligature de ce dernier supprime intégralement cette émission de gaz, ainsi que les conséquences qui en résultent pour la densité de l'animal. — Mme **Julie Kostizine** : *Sur le système reproducteur femelle de la Pourpre* (Purpura lapillus *L.*). — MM. **Lucien Plantefol** et **Georges Champetier** : *Action de l'eau dense (oxyde de deutohydrogène) sur les animaux reviviscents.* Les Tardigrades (*Macrobiotus Macronyx* Duj.) dont l'état de vie après réimbibition dans l'eau dis-

tillée se manifeste par des mouvements environ 30 min. après mouillage, fournissent des conditions de temps analogues en présence de 18 et 57 pour 100 d'eau dense. Le réveil se produit, mais est plus lent (1 heure et demie) avec 98 pour 100 d'eau dense. Ainsi l'eau dense, se prêtant aux phénomènes de reviviscence, ne saurait être considérée comme abiotique ; les différences physicochimiques qu'elle présente avec l'eau normale semble troubler beaucoup moins les phénomènes d'entretien dont témoigne la vie des animaux reviviscents adultes que les phénomènes de croissance mis en évidence dans la germination des pollens. — M. **Armand Deharne** : *Observations cytologiques sur une nouvelle espce* d'Haplosporidium *parasite du cœlome de* Neireis diversicolor *O. F. Müller*. — MM. **Gaston Ramon** et **Edouard Le Métayer** : *Sur l'action immunisante de la toxine tétanique, enrobée dans la lanoline, chez l'animal d'expérienee*. On a pu réussir à conférer un degré d'immunité antitétanique relativement élevé au lapin, en lui injectant une seule dose de toxine tétanique très active, non atténuée dans son pouvoir toxique, mais simplement enrobée dans la lanoline. Cette immunité est fortement accrue par l'injection d'une seconde dose faite dans les mêmes conditions que la première. — MM. **C. Levaditi**, **René Martin**, **A. Bonnefoi** et Mlle **R. Schoen** : *L'étiologie des oreillons*. L'inoculation intra-parotidienne, à des *Macacus rhesus*, de salives provenant de trois cas d'oreillons, examinés tout au début de la maladie, déclenche, après une incubation de 6 à 7 jours, le syndrome clinique de la parotidite ourlienne. L'examen histopathologique révèle des lésions interstitielles périvasculaires. Absence de tout germe visible ou cultivable. Ces modifications paraissent provoquées par un ultra-virus pouvant être conservé quelque temps au contact de la glycérine. La salive normale est dépourvue de virus. Des passages avec des glandes salivaires contaminées ont été effectuées de singe à singe, mais la virulence semble s'atténuer au cours des inoculations. Les réactions sont du même ordre quand l'inoculation est faite au chimpanzé. — M. **A. Gosset** : *Résection partielle longitudinale de la veine cave inférieure au cours de l'ablation d'une tumeur pararénale droite. Suture de la veine cave. Guérison*. Cette tumeur pararénale adhérait intimement au flanc de la veine cave inférieure, au-dessous de la veine rénale, sur une longueur de 3 cm. Un clamp courbe, placé sur la veine, a permis d'enlever, avec la tumeur un fragment du canal veineux. La paroi latérale droite de la veine cave inférieure a été suturée au moyen d'un surjet à la soie très fine et l'on constate que le cours du sang se rétablit. La malade a guéri sans aucune complication dans la circulation de retour. L'auteur projette devant l'Académie des photographies relatives à cette opération.

Séance du 18 *Février* 1935.

1° Sciences mathématiques. — M. **L. Lecornu** : *Le retour dans l'espace*. L'auteur montre que le retour dans l'espace présente un caractère non moins utopique que le retour éternel. — M. **J. Drach** : *Sur l'intégration logique et sur la transformation des équations de la Dynamique à deux variables : forces conservatives, intégrales cubiques*. — M. **J. Haag** : *Théorie mathématique des filtres mécaniques et électriques*. — M. **L. Roy** : *Sur la déformation d'une ligne élastique autour d'un de ses points*. — MM. **Smid v** et **Vercenko** : *Sur quelques propriétés géométriques des ensembles*. — M. **W. Brecka** : *Sur les polynomes multiplement monotones qui s'écartent le moins de zéro, les deux premiers coefficients étant donnés*. — M. **Soula** : *Une interprétation du théorème de M. Picard sur les équations intégrales*. — M. **J. Rey-Pastor** : *Séries d'intégrales d'ordres successives d'une fonction*. — **J. Delsarte** : *Sur un principe général de développement des fonctions d'une variable réelle en séries de fonctions entières*. — M. **N. Cioranesco** : *Sur le développement d'une fonction analytique de fonction analytique et sur quelques conséquences*. — **J. Wolff** : *La représentation d'un demi-plan sur un demi-plan à une infinité d'incisions circulaires*. — M. **Ed. Lainé** : *Moment cinétique et moment dynamique*. — M. **G. Bouligand** : *Sur quelques processus de déterminisme partiel*. — M. **M. Nenadovitch** : *Sur les corrections à apporter aux caractéristiques aérodynamiques d'une cellule biplane expérimentée dans une soufflerie à veine circulaire guidée ou libre*. — M. **Em. Merlin** : *Sur deux inégalités et sur l'aplatissement d'une figure d'équilibre d'un fluide homogène en rotation autour d'un axe fixe*. — MM. **Combier** et **Poidebard** : *Contribution à l'étude des vents de sable*. Les photographies des vents de sable confirment leur genèse par des mouvements tourbillonnaires à axe horizontal. — M. **P. Lejay** : *Observations de l'intensité de la pesanteur aux Philippines, en Malaisie et aux Indes néerlandaises*.

2° Sciences physiques. — M. **Em. Sevin** : *Sur le jeu des ondes, du spin et des nombres*. Les diverses théories concernant l'atome d'H ont admis que l'entraînement du noyau était pratiquement sans influence sur la structure fine. Cette manière de voir n'est pas exacte, et ne saurait conduire à des résultats acceptables, une importante partie de l'énergie qui intervient étant restée inaperçue. — M. **M. Lévy** : *Transformations sélectives. Propriétés des courbes de transformation et des courbes de sélectivité*. L'auteur indique quelques propriétés fondamentales qui lient les courbes de transformation aux courbes de sélectivité et montre qu'appliquées à l'étude des filtres électriques elles conduisent directement aux équations d'Heaviside et Carson. — M. **G. Déchène** : *Sur les résistances électriques au contact de deux substances semi-conductrices*. Les phénomènes sont les mêmes que ceux qu'on observe au contact d'une substance semi-conductrice et d'un métal. L'interprétation est la même : le passage de centres électriques (ions ou électrons) à travers la surface limitant une substance semi-conductrice nécessite la production d'un champ électrique intense sur cette surface. — M. **P. Jolibois** : *Sur l'équilibre chimique dans les tubes à gaz raréfié au voisinage de la cathode et dans la colonne positive*. La température apparente de l'étincelle (calculée d'après le degré de dissociation observé du gaz) est nettement plus grande dans la colonne positive que dans le voisinage de la cathode. — Mme **L. Lefebvre** : *Le spectre d'absorption de l'ozone à basse température*. Le spectre d'absorption de l'ozone refroidi aux environs de —80° C. paraît identique au spectre

pris à la température ordinaire, résultat contraire à celui qu'a indiqué autrefois Chappuis. — M. **A. Goldet** : *Variation thermique de la biréfringence magnétique et moments électriques moléculaires.* — M. **L. Henry** : *Décomposition photochimique du protoxyde d'azote et énergie de dissociation de l'azote.* L'énergie de dissociation de la molécule d'azote en deux atomes normaux est bien inférieure à la valeur trouvée par Dutta. La valeur 158.000 représente une limite inférieure de cette énergie, tandis que l'étude de la prédissociation des spectres de l'azote conduit à une limite supérieure égale à 169.000 cal. — M. **A. Boullé** : *Etude aux rayons X des métaphosphates de sodium anhydres.* Le sel dit de Maddrell (métaphosphate A') est du trimétaphosphate qui paraît insoluble ; ce même sel se transforme en une autre variété insoluble B. Il existe deux variétés de trimétaphosphate, A soluble et A' qui paraît insoluble. Le recuit de l'hexamétaphosphate vitreux C conduit toujours au trimétà A soluble. — MM. **W. Swietoslawski** et **I. Zlotowski** : *Sur une méthode de mesure de la chaleur dégagée par l'absorption du rayonnement γ.* — M. **P. Demougin** : *L'absorption de la vapeur d'iode par le charbon actif et le gel de silice.* Les quantités de vapeur d'iode absorbées au voisinage de la tension de saturation sont sensiblement les mêmes pour chaque échantillon aux diverses températures, que celles-ci soient supérieures ou inférieures à la température de fusion de l'iode. — MM. **G. Ribaud** et **A. Rochan Zaer** : *Sur le calcul des températures des flammes.* Les auteurs ont établi des graphiques permettant de trouver les températures des flammes les plus usuelles, et aussi de rechercher la composition du mélange fournissant la température maximum. — M. **G. Fouretier** : *Mesure directe des faibles pressions de vapeurs saturantes.* — MM. **G. Gire** et **F. Puche** : *Décomposition thermique des chlororhodates.* Les auteurs ont étudié la dissociation du chlororhodate de Ba entre 621° et 1053°. Il se forme du Rh métallique, du chlore et du chlorure de Ba. — M. **J. Amiel** : *Sur les perchlorates et les bromates cuivriques complexes formés avec quelques amines primaires.* Ces composés sont bleus ou violets, avec toutes les nuances intermédiaires, bien cristallisés. Ils explosent par chauffage. — M. **J. B. Senderens** : *Dédoublement catalytique des dérivés monochlorés forméniques.* Les chlorures de butyle n., de propyle et d'isopropyle, dédoublés par divers catalyseurs, fournissent un dégagement gazeux d'oléfine, qui augmente avec la température. Les chlorures d'isobutyle et de butyle tertiaire fournissent de l'isobutylène. — M. **J. Wiemann** : *Hydrogénation d'un mélange de deux aldéhydes α-éthyléniques.* Cette hydrogénation peut donner, dans certaines conditions, presque uniquement le glycol mixte provenant de la condensation des deux aldéhydes. — MM. **Ch. Courtot** et **A. Baron** : *Contribution à l'étude de l'halogénation de la laine.* A concentrations moléculaires égales, Cl et Br agissent sensiblement de la même façon, alors que I est beaucoup moins actif. Une oxydation du S de la laine ne paraît pas intervenir dans le processus de solubilisation. Les lyses de chlorage et de bromage de la laine dévient vers la gauche le plan de polarisation de la lumière.

Sciences naturelles. — M. **E. Aubert de la Rue** : *Premiers résultats d'une mission géologique aux Nouvelles-Hébrides.* Les observations faites aux Nouvelles Hébrides prouvent l'origine continentale de ce groupe et mettent en évidence la présence d'un socle cristallin, l'extension des terrains sédimentaires tertiaires et probablement aussi secondaires, et l'existence d'au moins deux séries volcaniques distinctes, caractérisées par des éruptions dacitiques, andésitiques et basaltiques. Au point de vue chimique, toutes les roches volcaniques et éruptives rencontrées sont de nature calco-alcaline. — M. **Paul Jodot** : *Présence à Faverelles (Loiret) d'un petit horst au milieu du grand voussoir effondré, compris entre les systèmes faillés de Cosne et de Sancerre.* Ce compartiment surélevé est situé à 4,5 km. du dernier décrochement d'Arquian ; et bien qu'encadré par la craie C^4 au Sud et C^6 au Nord, ces deux assises n'y sont pas représentées. D'une manière générale, sauf le Tertiaire dacé, la plupart des formations de ce petit horst sont mal caractérisées ou inconnues dans la contrée, et l'on peut penser que la présence inattendue du minuscule horst de Faverelles souligne évidemment un accident tectonique profond. — M. **Albert Robaux** : *Sur l'existence de l'Eocène supérieur et de l'Oligocène dans la série du Flysch du Sud de la province de Cadix.* La série nummulitique est bien développée dans tout le Sud de la province de Cadix : on y reconnaît le Lutétien, complet lorsque les faunes sont bien conservées et permettent des subdivisions, puis l'Eocène supérieur et localement l'Oligocène. — M. **Jean Marçais** : *A propos d'un gisement de Trias fossilifère dans le Rif oriental.* — M. **Giorgi** : *Observation d'une foudre globulaire.* — MM. **Louis Genevois** et **Michel Papvloff** : *Recherches sur les sucres fermentescibles de la farine de froment.* Il se forme dans les macérations aqueuses de beaucoup de farines, mais non dans toutes des sucres immédiatement fermentescibles en 3 à 5 heures : le stock initial de sucres immédiatement fermentescibles peut être doublé. Ce phénomène nouveau, est important dans l'appréciation de la valeur boulangère. Par macération, il se forme de même dans toutes les farines des sucres lentement fermentescibles du type du maltose, sans doute par action de l'amylase propre de la farine. Les extraits de farine contiennent, en quantités très variables, des glucides à la fois non réducteurs et non fermentescibles, donnant des sucres réducteurs et partiellement fermentescibles par hydrolyse totale. Toute altération subie par la farine, ou par le blé dont elle provient, se traduit immédiatement par des anomalies considérables et caractéristiques des courbes de fermentation. — Mme **Jeanne Bouxin** et M. **René Legendre** : *Céphalopodes du genre* Vitreledonella *trouvés dans des estomacs de Germons, au large du golfe de Gascogne.* Les céphalopodes en question appartiennent à plus de vingt espèces dont certaines sont encore imparfaitement connues. Les auteurs signalent particulièrement trois animaux appartenant au genre *Vitredonella* Joubin, dont on ne connaissait que 5 individus répartis en 4 espèces. Ces trois récoltes étendent l'aire géographique du genre jusqu'au large du golfe de Gascogne, à la latitude de Concarneau. Il est difficile dès à présent de créer pour ces exemplaires

une cinquième espèce, ils semblent, à divers points de vue, se rapprocher de *V. pellucida*. — M. **Raymond-Hamet** : *Action de la corynanthine sur la circulation pénienne du chien.* La corynanthine, alcaloïde du *Pseudocinchona africana*, partage avec son isomère la yohimbine, le pouvoir de provoquer une forte vasodilatation des organes génitaux. Injecté à faible dose dans la saphène du Chien, ce produit provoque une augmentation progressive du débit de la veine dorsale de la verge, débit qui devient ainsi plus de deux fois plus rapide qu'initialement et reste tel pendant plusieurs minutes. — M. **Marcel Baudoin** : *Six cas de thoradelphie chez le porc et le mouton.* La thoradelphie vraie se rencontre surtout chez les animaux domestiqués. C'est une monstruosité double remarquablement fixée, ce qui est rare, et dû à ce que la partie sous-ombilicale d'un mammifère est très distincte de sa région thoracique. Les horadelphies vraies ne présentent que deux membres antérieurs par fusion totale des deux moignons embryonnaires donnant naissance à ces membres, et se distinguent ainsi des thoradéradelphies qui présentent trois ou quatre membres antérieurs. — M. **W. Sarnowiec** : *La réaction allergique dans les infections aiguës.* On peut provoquer dans les maladies aiguës (fièvre aphteuse, peste porcine) des réactions locale, thermique et générale, par injection d'antigène spécifique. Ces réactions, par les caractères de leur évolution, présentent beaucoup d'analogies avec les phénomènes allergiques que l'on observe au cours de maladies chroniques telles que la tuberculose, la morve, etc.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'U. R. S. S.

Comptes rendus de l'Académie des Sciences de l'U. R. S. S., vol. I, n° 5, 11 février 1935.

Mathématiques. — **Dubosin** : Sur la stabilité des solutions des systèmes canoniques. — **Bermant** et **Lavrantjev** : Sur les constantes absolues analogues à la constante de M. A. Bloch. — **Kalachnikov** et **Kurosch** : Produits libres des groupes avec des sous-groupes réunis des centres. — **Marcenko** : Sur la représentation conforme.

Astronomie. — **Fesenkov** : Détermination de la radiation intégrale des taches solaires relativement à la photosphère.

Physique mathématique. — **Tichonov** : Théorèmes d'unicité pour l'équation de la chaleur.

Physique. — **Subin** : Une déduction élémentaire des formules statistiques fondamentales de la thermodynamique chimique.

Chimie physique. — **Gutmann, Rehbinder, Schulwas, Lipetz** et **Rimzkaja** : Méthodes de physico-chimie colloïdale pour la séparation des inclusions de carbures comprises dans l'acier.

Chimie. — **Zelinskij, Denisenko** et **Eventovn** : Sur le cyclo-hexadène.

Géochimie. — **Tolmacev** et **Filippov** : Sur la présence des métaux alcalins rares dans les amazonites.

Génétique. — **Kostoff** et **Axamitnaja** : Etudes sur les plantes polypoïdes. VII. Analyse chimique des hybrides F_1 et de leurs amphidiploïdes. — **Kostoff** : Etudes sur les plantes polyploïdes. VIII. Conjugaison des chromosomes dans les haploïdes et sa signification génétique.

Biologie. — **Morozov** : De l'influenee de l'hyposulfite sur la régénération chez les amphibies.

Physiologie végétale. — **Molotkovskij** : Chambre pour bandes de papier hygroscopiques, en vue de la détermination de la transpiration par la méthode au cobalt.

Physiologie animale. — **Hasratian** : L'influence d'un réflexe défensif moteur conditionné sur une réaction inconditionnée du chien à la douleur.

Zoologie. — **Cernov** : Deux spécimens du genre *Oligodon (Ophydia, Colubridées)* dans l'Union des Soviets.

Comptes rendus de l'Académie des Sciences de l'U. R. S. S., vol. I, n° 6, 21 février 1935.

Mathématiques. — **Alexandrov** : Une nouvelle preuve de la non-flexibilité de la sphère. — **Vulich** : Quelques théorèmes sur les suites de fonctions discontinues.

Physique. — **Goldman** et **Wull** : Sur l'influence du courant photo-électrique sur la tension explosive. — **Krutkov** : Le mouvement brownien de rotation d'une particule à symétrie axiale. — **Nikolskij** : Contribution à la théorie du photon.

Chimie physique. — **Asanovic** : Sur les diagrammes de l'analyse physico-chimique de systèmes binaires fluides. — **Porfirov** : Sur le problème du survoltage dans l'hydrogène.

Chimie. — **Celincev** : Sur le mécanisme des condensations des composés du carbonyle provoquées par les métaux alcalins.

Protistologie. — **Kanajev** : Sur l'action des couleurs vitales sur les trichodes.

Physiologie animale. — **Lindberg** : Sur l'action de l'alcool éthylique sur l'écorce cérébrale.

Zoologie expérimentale. — **Kazancev** : Sur la question de la régénération du tissu musculaire strié chez les mammifères. — **Nassanov** : Le rôle du cartilage dans le développement des axolotls.

Zoologie. — **Svetovidov** : Sur la sous-espèce du merlan dans la mer Noire (*Godus merlangus euxinus*). — **Svetovidov** : Une seconde espèce de morue du genre *Boreogadus* (*Boreogadus agilis* Reinhardt).

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Principales communications de Janvier 1935.

1° Sciences mathématiques. — Mlle **G. Perl** : *La radiation solaire vraie à différentes latitudes géographiques.* L'auteur a rassemblé les résultats des mesures de l'intensité de la radiation solaire en 80 stations réparties sur toute la Terre et en a déduit les variations diurnes moyennes de cette intensité sous différentes latitudes géographiques pour les mois de mars, juin, septembre et décembre. Dans l'ensemble, l'intensité du rayonnement augmente, pour la même hauteur du Soleil et une chute verticale sur la surface de mesure, progressivement des basses vers les hautes latitudes. Cependant, vers 50° de latitude, on mesure des intensités relativement basses, qui correspondent à un abaissement de la courbe générale.

2° Sciences physiques. — MM. **E. Abel, O. Redlich** et **W. Stricks** : *La catalyse par les ions iode du peroxyde de deutérium.* Les auteurs ont suivi cette catalyse : $D^2O^2 = D^2O + \frac{1}{2} O^2$ à l'interféromètre et comparé les résultats avec ceux qui sont relatifs au peroxyde d'hydrogène H^2O^2. Les constantes de vitesse sont supérieures dans le second cas ; les chaleurs d'activation sont égales aux erreurs près. — MM. **L. Schmid** et **H. Korperth** : *Sur le succin.* III. La succinine qui forme le constituant principal de la résine donne par déshydratation, à côté du pimanthrène (1 : 7-diméthylphénanthrène), un second hydrocarbure qui a été identifié avec le 1. 2. 5-triméthylnaphtalène. — MM. **G. Koller** et **H. Hamburg** : *Sur la constitution de l'acide diploschistésique.* Hesse et Zopf ont trouvé dans les *Diploschistes scruposus* et *bryophilus* un acide lichénique donnant avec la baryte une coloration bleue intense, mais dont la constitution n'est pas élucidée. Les auteurs ont retiré de l'acide brut deux substances définies, l'acide lécanorique et un depside $C^{16}H^{14}O^8$, formé d'acide orsellinique et d'acide méthylpyrogallolcarbonique symétrique. — MM. **G. Koller** et **H. Hamburg** : *Sur un constituant du Pertusaria dealbata.* Les auteurs ont isolé du *Pertusaria dealbata* une substance $C^{19}H^{16}O^{11}$, qu'ils ont identifiée avec l'acide thamnolique de Asahina.

3° Sciences naturelles. — M. **E. Kosak** : *La variabilité des différences correspondantes des éléments météorologiques et son utilisation dans les problèmes climatologiques.* Si l'on forme les différences des moyennes de températures simultanées de deux stations (différences correspondantes de Hann), on trouve que ces différences ne sont pas constantes, mais présentent une variabilité V dont le montant est avant tout une fonction de la distance E des deux stations. Pour les stations de l'avant-pays alpin, cette fonction prend la forme $V = a. E^b$. Elle peut être employée pour calculer la distance maximum à laquelle une réduction des moyennes météorologiques est encore appropriée. On obtient les valeurs suivantes (en plaine) : température de janvier, 600 km. ; température de juillet, 900 km. ; précipitation annuelle, 40 km. Dans les régions montagneuses, cette relation ne se vérifie plus. Cela conduit à déterminer un nombre de mesure Q pour la variabilité climatique, $Q = V$ obs./V calc. Sa valeur est de 2,8 pour la température, 2,4 pour la nébulosité, 1,3 pour la précipitation. L'auteur a construit des isolignes de V. — M. **M. Toperczer** : *Etude du champ magnétique terrestre d'après les résultats du lever magnétique d'Autriche de 1930. I. La partie sans potentiel.* L'auteur représente la répartition des composantes vectorielles du champ par un développement de Taylor suivant la longitude et la latitude pour D (déclinaison) et H (intensité horizontale) et l'intensité verticale Z. Des valeurs normales ainsi obtenues pour D et H, on déduit les valeurs de $X = H \cos D$ et $Y = H \sin D$, dont la représentation exacte n'est possible que par l'adjonction de membres quadratiques. Par cette représentation, le champ original est décomposé en 2 parties, le champ normal, qui possède des traits communs dans tout le domaine, et le champ perturbateur. L'auteur discute ensuite la possibilité de l'existence d'une partie sans potentiel du champ. — M. **E. Moll** : *Etude aérologique des vents de montagne périodiques dans les vallées alpines en forme de V.* Les recherches de l'auteur apportent la preuve irrécusable de l'existence de vents diurnes périodiques aussi dans les vallées latérales en forme de V. Ces vents de montagne locaux sont de deux sortes : 1° les *vents de vallée* qui se lèvent et diminuent dans la direction de la vallée ; 2° le système des *vents de pente* qui se développent le long des deux talus latéraux. — M. **M. Baier** : *Etude du mode d'existence de l'Ochthebius quadricollis steinbühleri Rtt.* Cet insecte vit à tous ses stades de développement dans les trous de rocher retenant l'eau de rejaillissement de la mer sur la côte de l'Adriatique. L'auteur montre comment il s'est adapté aux conditions extrêmes de son biotope. — M. **E. Tschermak-Seysenegg** : *Sur la pseudoparthéno-genèse hybridogène.* L'auteur est parvenu, par de longues recherches sur des croisements entre plantes voisines, à mettre en évidence, dans des circonstances favorables, un phénomène qu'il nomme parthénogénèse hybridogène ou pseudoparthénogénèse. Il consiste en ce fait que l'un des deux gamètes se développe à côté de l'autre, qui se détruit, et produit un fruit donnant naissance à un individu qui ressemble complètement à l'un des deux parents sans transmission de propriétés héréditaires de l'autre parent. — M. **R. Allers** : *Sur quelques différences entre la vision monoculaire et la vision bioculaire et sur l'influence des moments psychiques sur les performances simples du sens de la vue.* Les résultats obtenus semblent justifier la conception que dans l'observation monoculaire simultanée ou alternative séparée on se trouve en présence d'un mode de fonctionnement forcé plus primitif.

L. Br.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens.— 5-35.